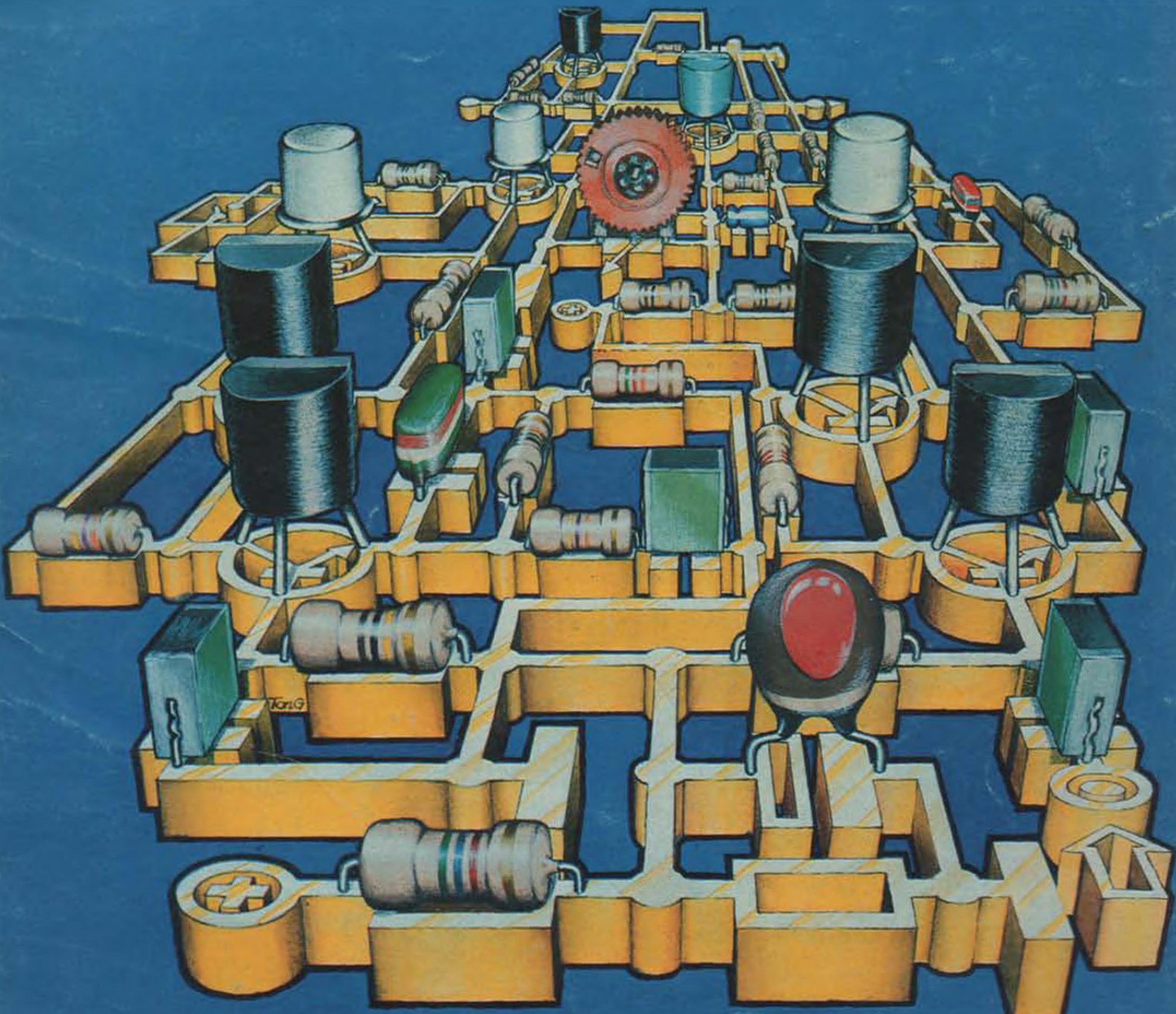
ελέκτορ

ΜΗΝΙΑΙΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΤΕΥΧΟΣ 1
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 1982
ΔΡΧ. 100

- ενισχυτής 100W



- το ΟΤΑ 13600
- δέκτης υπεραναδράσεως 87 - 180MHz

περιεχόμενα

Όπως τον περιγράψαμε μέχρι τώρα περιγράψαμε ένα ιδανικό δέκτη. Αυτοί όμως που έχουν προσπαθήσει να τον κατασκευάσουν ούτε να τον ακούσουν δεν θέλουν, γιατί είναι γνωστός σαν ένας από τους πιό δύσκολους και πιό «ατίθασους». Είναι δύσκολος στην κατασκευή και έχει τάσεις να σφυρίζει. Αυτά του όμως τα μειονεκτήματα έχουμε τη δυνατότητα να τα εξαλείψουμε με μιά καλή μελέτη.

Για να αποδώσει ο δέκτης κανονικά χρησιμοποιήθηκαν περισσότερα στοιχεία τουργεί πολύ κοντά στην περιοχή που αρχίζουν οι ταλαντώσεις. Έτσι υπάρχει η πιθανότης εάν δεν είναι καλά μελετημένος να εμφανισθούν τα προβλήματα που αναφέραμε προηγούμενα. Απ' την άλλη πλευρά όμως επειδή λειτουργεί κοντά στην περιοχή που αρχίζουν οι ταλαντώσεις έχει και τη μεγαλύτερη δυνατή ευαισθησία. Τον δέκτη μπορούμε να τον θεωρήσουμε και σαν ένα ταλαντωτή που την ταλάντωσή του την διακόπτουν 20000 εως 30000 φορές το δευτερόλεπτο οι πριονωτοί παλμοί μιάς παλμοσειράς ελέγχου.

Δέκτης υπεραναδράσεως 87 - 180 MHz

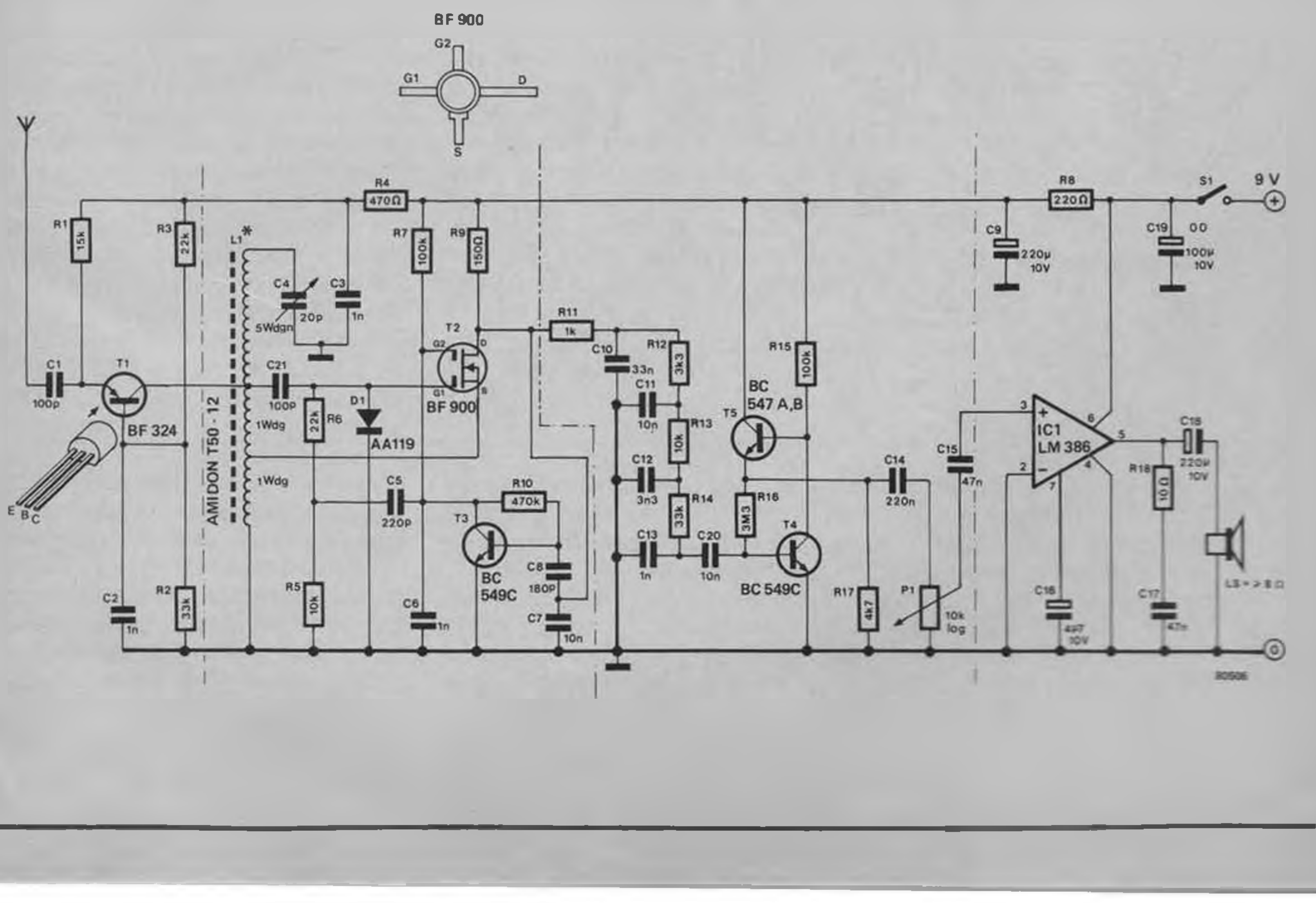
Ο δέκτης υπεραναδράσεως έχει μεγάλη διαχωριστική ικανότητα, είναι πολύ απλός και πολύ ευαίσθητος. Δέχεται σήματα AM και FM σε μεγάλο εύρος (περιοχές αεροπορίας κλπ.). Ο δέκτης αυτός λέγεται και superreg.

από ότι συνηθίζεται και έγινε μιά απλή κατασκευή της πλακέτας. Έτσι κατορθώσαμε να φτιάξουμε έναν δέκτη με πάρα πολύ καλές ιδιότητες που εκτός από τα AM δέχεται και τα FM σε μιά περιοχή από 87 έως 180 MHz. Ο λόγος σήματος προς θόρυβος είναι 10dB για μιά ευαισθησία 0,4μV (AM). Το εύρος της ζώνης του είναι 100KHz. Ο δέκτης υπεραναδράσεως είναι όπως το λέει και η λέξη ένας δέκτης με ανάδραση που λει-

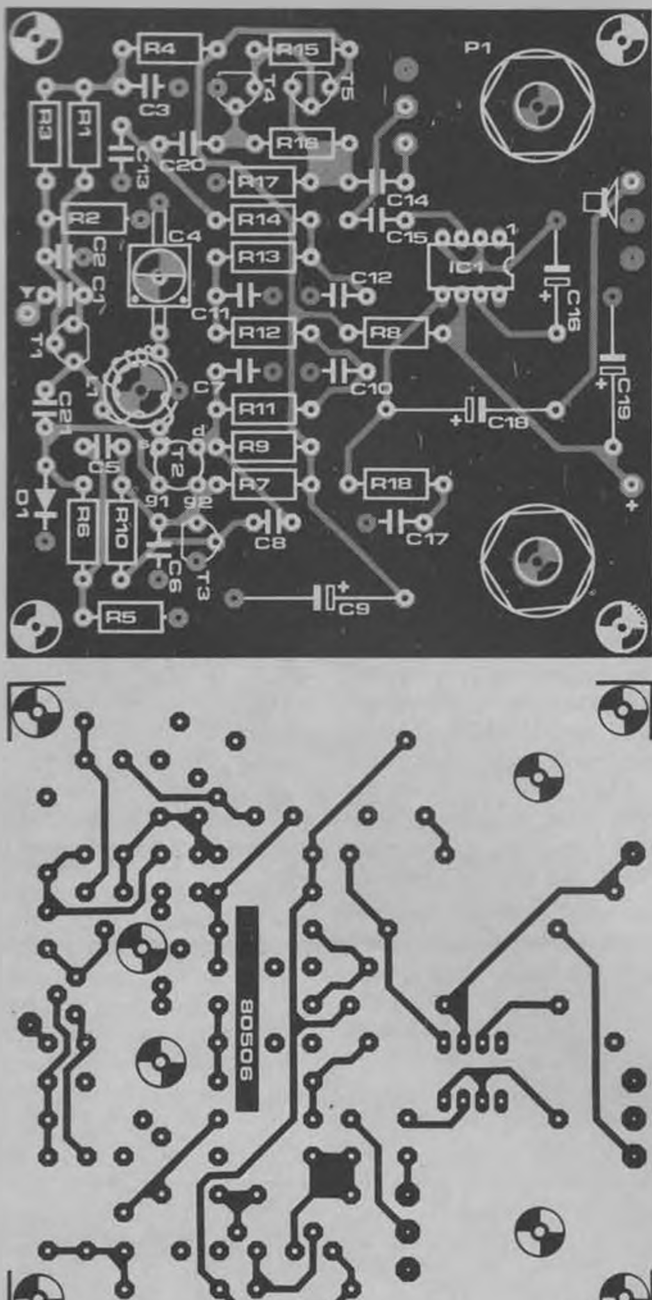
Στο χρόνο που ο παλμός ανεβαίνει ο δέκτης είναι πολύ κοντά στην περιοχή των ταλαντώσεων, όταν φθάσουμε στην αιχμή του παλμού τότε μπορεί πραγματικά ο δέκτης να αρχίσει τις ταλαντώσεις. Η ταλάντωση αυτή διακόπτεται όταν κατεβαίνει η τάση (μέτωπο) του παλμού.

Η συχνότητα με την οποία πρέπει να διακόπτεται η τυχόν ταλάντωση πρέπει να είναι πάνω από την περιοχή των ακουστικών.

1



2



Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις
R1 = 15 k
R2, R14 = 33 k
R3, R6 = 22 k
R4 = 470 Ω
R5, R13 = 10 k
R7, R15 = 100 k
R8 = 220 Ω
R9 = 150 Ω
R10 = 470 k
R11 = 1 k
R12 = 3k3
R16 = 3M3
R17 = 4k7
R18 = 10 Ω

Ημιαγωγοί
T1 = BF324
T2 = BF900 (βλέπε κείμενο)
T3, T4 = BC549 C
T5 = BC 547
D1 = AA 119
IC1 = LM 386

Διάφορα:
L1 = Πηνίο (βλέπε κείμενο)
P1 = Λογαριθμικό ποτενσιόμετρο 10 kΩ
S1 = Διακόπτης μονοπολικός

Πυκνωτές:
C1, C21 = 100 p
C2, C3, C6, C13 = 1 n
C4 = 3... 20p (μεταβλητός)
C5 = 220 p
C7, C11, C20 = 10 n
C8 = 180 p
C9 = 220μ/10 V
C10 = 33 n
C12 = 3n3
C14 = 220 n
C15, C17 = 47 n
C16 = 4μ7/10 V
C18 = 220μ/6 V
C19 = 100μ/10 V

Το σχήμα 1 μάς δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα του δέκτη. Το τρανζίστορ BF 324 χρησιμοποιείται σαν ενισχυτής εισόδου και σαν ενδιάμεσος ενισχυτής μεταξύ της κεραίας και του ταλαντωτή για να αποφευχθεί η περίπτωση να λειτουργήσει το σύστημα και σαν πομπός. Το MOSFET T2 μαζί με το τρανζίστορ T3 αποτελούν τον κυρίως δέκτη. Τον ενισχυτή με την ανάδραση τον αποτελεί το T2 και το κύκλωμα που είναι συνδεδεμένο μεταξύ του G1 και S του ίδιου τρανζίστορ. Η διοδος D1 περιορίζει το πλάτος του σήματος ταλαντώσεων. Τη γεννήτρια των πριονωτών παλμών την αποτελούν το T3 και το T2 και έτσι εξασφαλίζεται η διακοπή των ταλαντώσεων.

Παρ' όλο που η συχνότητα διακοπής είναι αρκετά πάνω από τα όρια ακοής (20 έως 30 KHz) είναι δυνατό να εμφανισθούν προβλήματα στον ενισχυτή ακουστικών επειδή το πλάτος του σήματος είναι πολύ μεγάλο. Για το λόγο αυτό το ακουστικό σήμα που παίρνουμε από το D του T2 το περνάμε μέσα από ένα φίλτρο (R11.... R14 και C10 .... C13). Τα τρανζίστορ T4 και T5 ενισχύουν το σήμα ώστε να είναι αρκετό για απλό ενισχυτή ακουστικών (όπως π.χ. ο LM 386). Το μοναδικό πηνίο του δέκτη είναι το L1 που είναι εύκολο να κατασκευασθεί. Ο πυρήνας του είναι δακτυλιοειδής τύπου Amidon (T50 - 12) με 7 περιελίξεις και δύο λήψεις (5 περ. + 1 περ + 1 περ. βλέπε και σχήμα).

Παρατήρηση: Το T2 δεν θα τοποθετηθεί από την πλευρά που είναι τα άλλα υλικά αλλά από την πλευρά που είναι ο χαλκός.

Μιά τέτοια διάταξη είναι αναγκαία ειδικά σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα όπου ο πομπός διακόπτεται μεταξύ εκπομπών. Εάν ο δέκτης δεν έχει περιοριστή τότε ο θόρυβος ξεχύνεται πραγματικά από τα μεγάφωνα στην διάρκεια των διακοπων. Εκτός από την απλή κατασκευή και ρύθμιση ένα άλλο μεγάλο προτέρημα του κυκλώματος που περιγράφεται σε αυτό το άρθρο είναι ότι δεν χρειάζονται ειδικές γνώσεις για να τοποθετηθεί στο τμήμα ακουστικών συχνοτήτων του δέκτη.

Στις τηλεπικοινωνίες το εύρος των ακουστικών συχνοτήτων είναι σχετικά

Στην αρχή του άρθρου αναφέραμε ότι το εύρος ακουστικής ζώνης στις τηλεπικοινωνίες είναι μικρό συνήθως 0,3 ... 3,4KHz και για CB μέχρι 4,5KHz. Πάνω σε αυτή την παρατήρηση βασίζεται και το κύκλωμα αυτόματου περιορισμού του θορύβου που περιγράφεται σε αυτό το άρθρο.

Το κύκλωμα αυτό σχεδιάστηκε κατ᾽ αρχήν για δέκτες (FM) μικρού εύρους όπως π.χ. δέκτες CB.

Η όλη ιδέα ήταν να σχεδιαστεί ένα κύκλωμα που να εξετάζει τη στάθμη του θορύβου στις βαθμίδες των ακουστικών και σε ένα μικρό εύρος έξω ακριβώς απο

Αυτόματος περιοριστής θορύβων

Ο περιοριστής είναι γενικά μία διάταξη που χρησιμοποιείται για να ελαττώσει τους θορύβους στους ενισχυτές όταν δεν υπάρχει σήμα πομπού.

μικρό συνήθως μεταξύ 300 και 3400Hz αυτό όμως είναι αρκετό για να μεταδοθουν καθαρά οι πληροφορίες.

Συνήθως όταν μεταδώσουμε ένα μήνυμα διακοπτουμε την εκπομπή, στο χρονικό διάστημα των διακοπών εμφανίζεται στο δέκτη δυνατός θόρυβος που φυσικό είναι να θέλουμε να τον ελαττώσουμε με κάποια διάταξη περιορισμού.

Υπάρχουν τρία διαφορετικά συστήματα περιοριστών: περιοριστής της φέρουσας, περιοριστής θορύβου, περιοριστής του λόγου σήματος προς θόρυβο. Στην πρώτη περίπτωση το κύκλωμα του περιοριστή παίρνει την πληροφορία του από την ύπαρξη ή μη τής φέρουσας. Όπως γίνεται κατανοητό αυτό το κύκλωμα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εκπομπή μιάς ή δύο μόνο πλευρικών ζωνών (S.S.B.) ή (D. S.B.). Επειδή σε αυτές τις εκπομπές δεν υπάρχει φέρον κύμα. Στη δεύτερη περίπτωση ελέγχεται η ύπαρξη ή μη εκπομπή, ανιχνεύοντας το θόρυβο ο οποίος στην κατάσταση μη εκπομπής είναι μεγάλος. Στην τελευταία περίπτωση το κύκλωμα του περιοριστή ελέγχει τη σχέση της ισχύος του σήματος προς την ισχύ του θορύβου. Στην περίπτωση που ο λόγος σήματος προς θόρυβο είναι μικρότερος από μιά καθορισμένη στάθμη, τότε το σήμα δεν εισάγεται στις τελικές βαθμίδες ακουστικών συχνοτήτων. Αυτό το σύστημα είναι βέβαια το καλύτερο, έχει όμως το μειονέκτημα ότι είναι περίπλοκο σε σχέση με τα άλλα συστήματα.

το φασμα των ακουστικών.

Εαν ο θόρυβος περάσει μια ορισμένη στάθμη τότε διακόπτεται το κύκλωμα μεταξύ αποδιαμορφωτού και των ακουστικών βαθμίδων· αυτό σημαίνει ότι δεν θα ακούγονται τα μεγάφωνα όταν ο πομπός θα διακόπτει την εκπομπή.

Σχηματικό διάγραμμα

Το σχήμα 1 δείχνει το γενικό διάγραμμα του αυτόματου περιοριστή.

Το σήμα από την έξοδο του διαμορφωτή εισέρχεται στον ενισχυτή A1, με ενίσχυση 1 (buffer). Ένα μέρος της εξόδου του A1 σαν ανάδραση οδηγείται στον έλεγχο εντάσεως των ακουστικών συχνοτήτων μέσω ενός ηλεκτρονικού διακόπτη ES1.

Το άλλο μέρος που εξέρχεται από τον A1 εισέρχεται διαδοχικά σε ένα φίλτρο διελεύσεως ζώνης A2 μετά στον ενισχυτή A3 και έπειτα στον φωρατή A4. Το συνεχές ρεύμα της εξόδου από τη βαθμίδα A4 ελεγχει τον ηλεκτρονικό διακόπτη ES4 ο οποίος με τη σειρά του ελεχει τους διακόπτες ES1 και ES2.

Οταν η στάθμη του θορύβου είναι πιό χαμηλή από την μέγιστη επιθυμητή, τότε ο ES1 είναι κλειστός και ο ES2 ανοιχτός, έτσι το σήμα από τον αποδιαμορφωτή εισάγεται κατ᾽ ευθείαν στις βαθμίδες ακουστικών συχνοτήτων. Εάν όμως η στάθμη του θορύβου είναι μεγαλύτερη από την επιθυμητή τότε ανοίγει ο ES1 και κλείνει ο ES2 βραχυκυκλώνοντας έτσι την έξοδο με τη γη, που σημαίνει ότι δεν εισέρχεται σήμα στις βαθμίδες ακουστικών. Ο συνδυασμός ES1 / ES2 δημιουργήθηκε για να αποφευχθούν οι θόρυβοι στην έξοδο κατα την μεταγωγή.

Το κύκλωμα

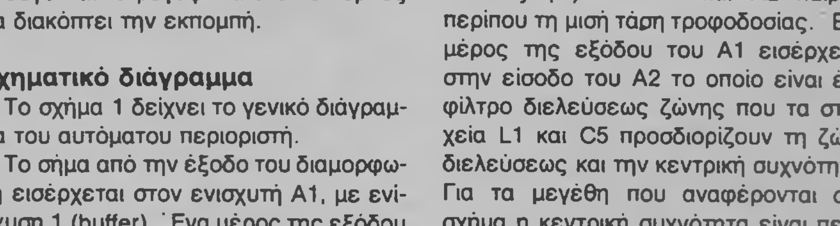
Το σχέδιο 2 δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα του αυτόματου περιοριστή θορύβου.

Η σύνδεση με το ενεργό άκρο του ποτενσιόμετρου ρυθμίσεως εντάσεως διακόπτεται μέσα στον δέκτη. Αυτό το άκρο συνδέεται με την είσοδο του ενισχυτή A1 η δε έξοδος του A1 μέσω ES1 συνδέεται με το ενεργό άκρο του ποτενσιόμετρου ρυθμίσεως.

Επειδή το κύκλωμα χρησιμοποιεί μόνο μια τροφοδοσία πρέπει οι τελεστικοί ενισχυτές να πολωθούν ανάλογα. Αυτό γίνεται με το διαιρέτη τάσης R3/R4, την R1 και το P2. Κατ᾽ αυτό τον τρόπο η είσοδος (+) των A1 και A2 παίρνει περίπου τη μισή τάση τροφοδοσίας. Ενα μέρος της εξόδου του A1 εισέρχεται στην είσοδο του A2 το οποίο είναι ένα φίλτρο διελεύσεως ζώνης που τα στοιχεία L1 και C5 προσδιορίζουν τη ζώνη διελεύσεως και την κεντρική συχνότητα. Για τα μεγέθη που αναφέρονται στο σχήμα η κεντρική συχνότητα είναι περίπου 5KHz. Η στάθμη του σήματος εισόδου του A2 ρυθμίζεται με το P2.

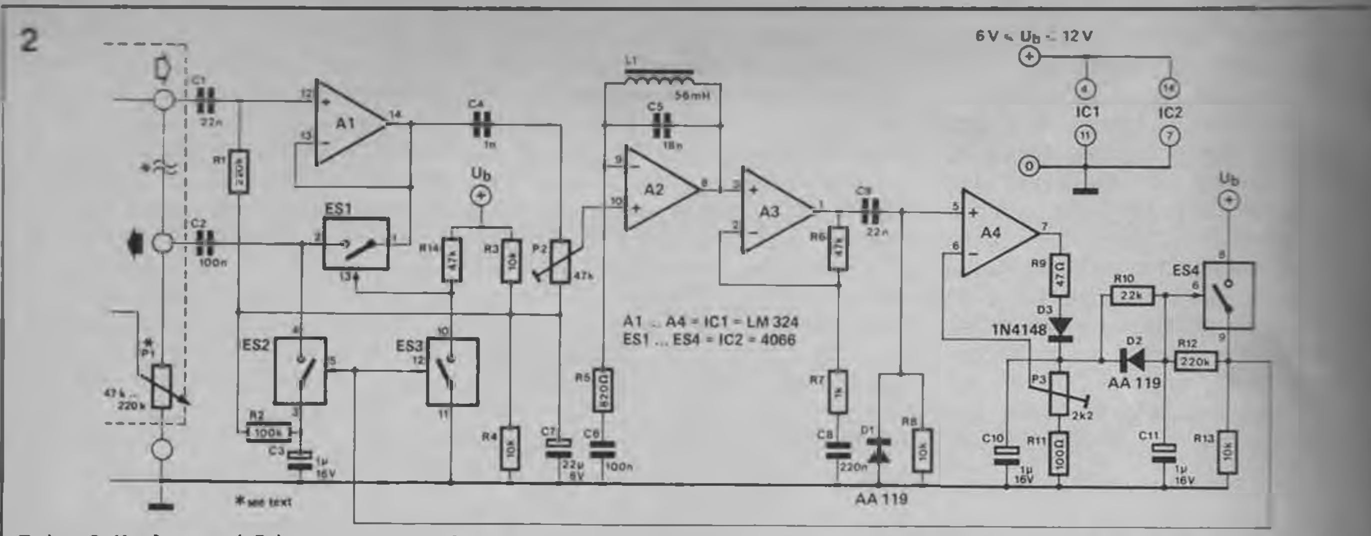
Μετά από το φίλτρο το σήμα ενισχυεται από τον ενισχυτή A3 του οποιου η

1



Σχήμα 1: Σχηματικό διάγραμμα αυτόματου περιοριστη θορύβου.

2



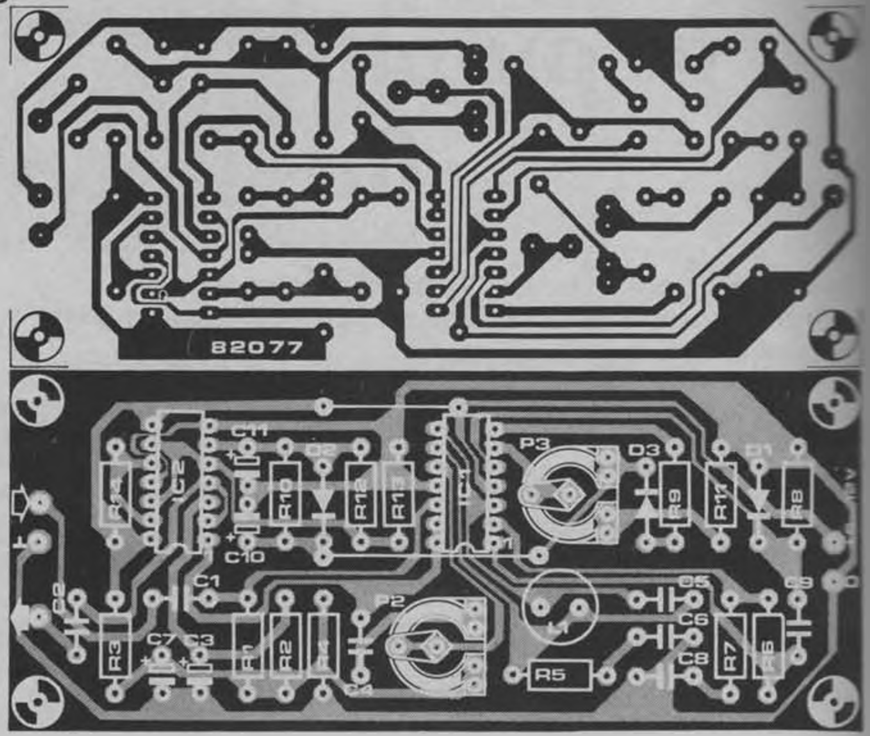
Σχήμα 2. Κυκλωματικό διάγραμμα του αυτόματου περιοριστή θορύβου.

ενίσχυση ρυθμίζεται με το P3 και ταυτόχρονα ανορθώνεται στο A4. Το κύκλωμα που έχει σχέση με τον ES4 λειτουργεί όχι μόνο σαν Schmitt trigger αλλά και σαν σύστημα που αποφεύγει τα συνεχή ανοίγματα και κλεισίματα.

Εαν ο θόρυβος που δημιούργειται αφού περάσει από το φίλτρο και ανορθωθεί εχει μιά τέτοια στάθμη ώστε η τάση πάνω στον C10 να περάσει ορισμένα όρια, τότε ενεργοποιείται ο ES4 οπότε πάνω στην R13 εμφανίζεται η τάση τροφοδοσίας. Έτσι ενεργοποιούνται οι διακόπτες ES2 και ES3. Μέσω ES3 ανοίγει ο ES1 ενώ μέσω ES2 έχει γειωθεί η έξοδος των ακουστικών συχνοτήτων.

Εάν τώρα η τάση πάνω στον C10 ελαττωθεί τότε μέσω D2 και R10 αποενεργοποιούνται ο ES4 και στη συνέχεια ο ES2 και ES3 οπότε και κλείνει ο ES1. Ο C11 και η R12 είναι για να επιβραδύνουν τα φαινόμενα και να μη γίνεται ένα συνεχές ανοιγοκλείσιμο. Όταν ο ES1 είναι κλειστός (λίγος θόρυβος) τότε ο A1 με ενίσχυση 1 φέρνει το σήμα χωρίς αλλοίωση στο P1 δηλαδή σαν να μην υπήρχε το όλο κύκλωμα. Εάν όμως υπάρχει θόρυβος τότε ανοίγει ο ES1 και κλείνει ο ES2 οπότε από τα μεγάφωνα δεν ακούγεται τίποτα.

3



Σχήμα 3: Το τυπωμένο κύκλωμα τού περιοριστή.

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:
R1, R12 = 220 k
R2 = 100 k
R3, R4, R8, R13 = 10 k
R5 = 820 Ω
R6, R14 = 47 k
R7 = 1 k
R9 = 47 Ω
R10 = 22 k
R11 = 100 Ω
P2 = 47 k
P3 = 2k2

Πυκνωτές
C1, C9 = 22 n
C2, C6 = 100 n
C3, C10, C11 = 1μ/16 V
C4 = 1 n
C5 = 18 n
C7 = 22μ/6 V
C8 = 220 n

Ημιαγωγοί:
D1, D2 = AA 119
D3 = 1N4148
IC1 = LM324
IC2 = 4066

Διάφορα:
L1 = 56 mH

Κατασκευή και ρύθμιση

Επειδή η κατασκευή είναι σχετικά απλή δεν πρέπει να παρουσιασθούν προβλήματα. Το ποτενσιόμετρο ρύθμισης εντάσεως του ήχου είναι σχετικά εύκολο να βρεθεί. Συνήθως υπάρχει και αρκετός χώρος μέσα στη συσκευή ώστε να τοποθετηθεί το τυπωμένο.

Εάν δεν υπάρχει χώρος μέσα στη συσκευή τότε πρέπει να κατασκευασθεί μία εξωτερική θήκη.

Η τάση τροφοδοσίας για τον περιοριστή πρέπει να είναι μεταξύ 6V και 12V. Επειδή το ρεύμα είναι λίγα mA συνήθως χρησιμοποιούμε το τροφοδοτικό της συσκευής λήψεως.

Η ρύθμιση του κυκλώματος είναι και αυτή σχετικά απλή. Η στάθμη εισόδου στο A2 ρυθμίζεται με το P2 έτσι ώστε οι αιχμές του θορύβου να περιορίζονται κανονικά. Η σταθμη στην οποία πρέπει να ενεργοποιείται ο ES4 ρυθμίζεται με το P3. Εάν η ρύθμιση του P2 δεν είναι αυτή που πρέπει, τότε το κύκλωμα θα ανοιγοκλείνει συνέχεια. Η ρύθμιση επομένως τού P2 πρέπει να γίνει έτσι ώστε το κύκλωμα να συμπεριφέρεται ομαλά.

Το κύκλωμα αυτόματου περιορισμού του θορύβου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί σε μία σειρά από δέκτες όπως αυτών των CB, των μεσαίων κυμάτων και σε συστήματα ενδοσυννενόησης. Όπου δηλαδή εμφανίζεται το φαινόμενο του «μικροφωνισμού».

Ενισχυτής Ισχύος 100W

Για τη σχεδίαση αυτού του ενισχυτή των 100W χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν γνωστές τεχνικές, με νέα ηλεκτρονικά στοιχεία. Ο συνδυασμός αυτών των δύο μάς έδωσε αποτελέσματα περισσότερο από ικανοποιητικά. Τα 100W τα παίρνουμε με παραμόρφωση 0,1% στα 4Ω μόνο από το ένα κανάλι και για συχνότητες μέχρι και 100KHz.

Ενισχυτές εξόδου ή σκλάβοι (slaves) όπως λένε στον κόσμο τής μουσικής, δεν παρουσιάζουν μόνο ενδιαφέρον στην κατασκευή, αλλά είναι και χρήσιμοι σχεδόν σε όλους.

Με τη βοήθεια πολλών αναγνωστών προδιαγράψαμε τον «ιδανικό» ενισχυτή ισχύος που έπρεπε να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Παραμόρφωση μικρότερη των 0,1% με πλήρη την ισχύ των 100W ακόμη και στα 20KHz
- Η ισχύς πρέπει να αποδίδεται σε ένα εκτεταμένο εύρος ζώνης.
- Τα τρανζίστορ εξόδου πρέπει να προστατεύονται από βραχυκύκλωμα.
- Το τροφοδοτικό πρέπει να είναι συμμετρικό ώστε να μην χρειασθούν ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές στην έξοδο.
- Τα υλικά τού ενισχυτή πρέπει να είναι κοινά και προσιτά σε όλους.
- Η κατασκευή και η ρύθμιση πρέπει να είναι απλές.
- Ο ενισχυτής πρέπει να είναι οικονομικός και αποδοτικός.

Σε όσους φαίνεται μιά τέτοια κατασκευή αδύνατη δεν έχουν παρά να διαβάσουν αυτό το άρθρο μέχρι τέλους.

Το όλο κύκλωμα βασίζεται πάνω στα δύο Darlington τρανζίστορς εξόδου που με την βοήθεια των κυκλωμάτων εισόδου δίνουν τέτοια αποτελέσματα που ξεπερνούν σχεδόν σε όλα τα σημεία άλλες προηγούμενες κατασκευές.

Το κύκλωμα

Το σχήμα 1 δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα τού ενισχυτή. Η είσοδος είναι ένας διαφορικός ενισχυτής με κύρια στοιχεία τα τρανζίστορ T1 και T2. Στη συνέχεια έχουμε μιά οδηγό βαθμίδα με το T4 τού οποίου ο συλλέκτης συνδέεται με τον εκπομό τού T3. Αυτό λειτουργεί σαν μιά ρυθμιζόμενη Zener δίοδος και ρυθμίζει το ρεύμα ηρεμίας. Ακολουθεί η τελική βαθμίδα με τα δύο τελείως συμπληρωματικά τρανζίστορ T7 και T8 (Darlington).

Ένα προτέρημα της συμμετρικής τροφοδοσίας είναι ότι αποφεύγεται ο ηλεκτρολυτικός πυκνωτής στην έξοδο.

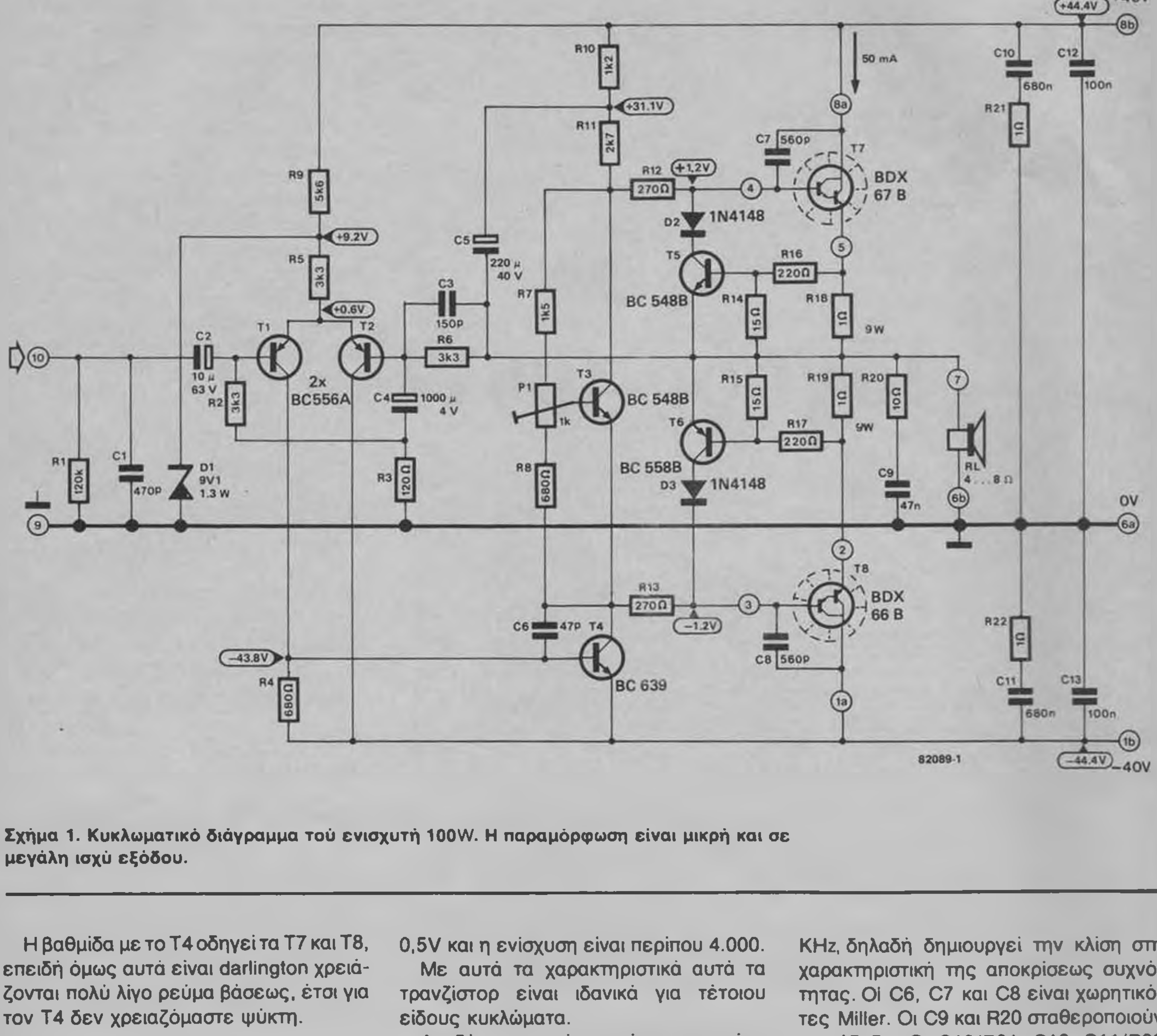
Ο ενισχυτής έχει μιά αρκετά μεγάλη αντίσταση εισόδου πού ξεπερνά τα 100KΩ αφού πριν από τον C4 έχουμε την R2, και αφού η αντίσταση εισόδου τού T1 είναι και αυτή πολύ μεγάλη.

Αρνητική ανάδραση (και για DC και για AC) έχουμε με την αντίσταση R6. Το DC τμήμα τής αρνητικής ανάδρασης δημιουργεί στην έξοδο σχεδόν μηδενικό δυναμικό. Το τμήμα AC τής ανάδρασης προσδιορίζει την ενίσχυση και εξαρτάται από την R6 (C4) και R3.

Με τα μεγέθη του κυκλώματος 1 η ενίσχυση είναι:

$$\frac{Uo}{Ui} = \frac{R3+R6}{R3} = \frac{3420}{120} = 28.5$$

1



Σχήμα 1. Κυκλωματικό διάγραμμα τού ενισχυτή 100W. Η παραμόρφωση είναι μικρή και σε μεγάλη ισχύ εξόδου.

Η βαθμίδα με το T4 οδηγεί τα T7 και T8, επειδή όμως αυτά είναι darlington χρειάζονται πολύ λίγο ρεύμα βάσεως, έτσι για τον T4 δεν χρειαζόμαστε ψύκτη.

Το τρανζίστορ T3 μαζί με τις αντιστάσεις R18 και R19 σταθεροποιεί το ρεύμα ηρεμίας των τρανζίστορ εξόδου. Η πτώση τάσεως πάνω στις R18 και R19 προσδιορίζεται από τη θέση του P1 επειδή αυτό ελέγχει την τάση συλλέκτου εκπομπού του T3. Η R11 σε συνδυασμό με τον πυκνωτή C5 αυξάνει την ενίσχυση στα AC της βαθμίδας οδηγήσεως.

Η καρδιά της βαθμίδας εξόδου είναι τα darlington τρανζίστορ BDX66 και BDX67. Στους 25° C η σειρά αυτή έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μέγιστη τάση συλλέκτου εκπομπού: 100V
- Μέγιστο ρεύμα συλλέκτου: 16A
- Μέγιστη απορροφούμενη ισχύς: 150W

Εάν το ρεύμα συλλέκτου γίνει 10A τότε η τάση συλλέκτου εκπομπού γίνεται 2V και η ενίσχυση στα DC είναι περίπου 1000. Όταν το ρεύμα συλλέκτου είναι 5A τότε η τάση κυμαίνεται μεταξύ 0,4 και 0,5V και η ενίσχυση είναι περίπου 4.000.

Με αυτά τα χαρακτηριστικά αυτά τα τρανζίστορ είναι ιδανικά για τέτοιου είδους κυκλώματα.

Ανεξάρτητα από το πόσο «αντοχής» είναι τα τρανζίστορ χρειάζονται προστασία από τα βραχυκυκλώματα.

Η πτώση τάσεως πάνω στις αντιστάσεις συλλέκτη R18 και R19 μας δίνει το μέγεθος του ρεύματος συλλέκτη εκπομπού. Εάν το ρεύμα που περνά μέσα από τις αντιστάσεις R18 και R19, περάσει ένα ορισμένο όριο τότε θα αρχίσουν να άγουν τα τρανζίστορ T5 και T6 αφού όπως φαίνεται θα μεγαλώσει η τάση πάνω στους διαιρέτες R16, R14 και R15, R17 που είναι παράλληλοι στις R18 και R19. Έτσι τα ρεύματα που θα περάσουν μέσα από τις διόδους D_2 και D_3 θα μειώσουν τα ρεύματα βάσεως των T7 και T8, που αυτό θα έχει σαν συνέπεια να ελαττωθούν και τα ρεύματα συλλέκτη.

Τα διάφορα άλλα στοιχεία R και C εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς. Ο C_1 περιορίζει το εύρος τής ζώνης εισόδου. Έτσι αποφεύγεται ένα μέρος θορύβου. Ο C_3 είναι υπεύθυνος για τα 3dB στα 100 KHz, δηλαδή δημιουργεί την κλίση στη χαρακτηριστική της αποκρίσεως συχνότητας. Οι C6, C7 και C8 είναι χωρητικότες Miller. Οι C9 και R20 σταθεροποιούν την έξοδο. Οι C10/R21, C12, C11/R22 και C13 αποκόβουν τις διάφορες αιχμές στις συχνότητες RF που προέρχονται από το τροφοδοτικό.

Τεχνικές προδιαγραφές

Το όλο κύκλωμα δεν παρουσιάζει δυσκολίες και η κατασκευή του είναι σχετικά εύκολη.

Με λίγη τύχη ο ενισχυτής μπορεί να δώσει 120W ισχύ στα 4Ω, αλλά δυστυχώς η παραμόρφωση φθάνει περίπου το 1%. Στα 100W (πάλι σε 4Ω) η παραμόρφωση είναι μικρότερη του 0,1%.

Οι τεχνικές προδιαγραφές του ενισχυτή είναι στον πίνακα 1. Από το σχήμα 5 βλέπουμε ότι η παραμόρφωση παραμένει σταθερή και είναι μικρότερη από 0,1% στις συχνότητες από 40Hz μέχρι 20KHz.

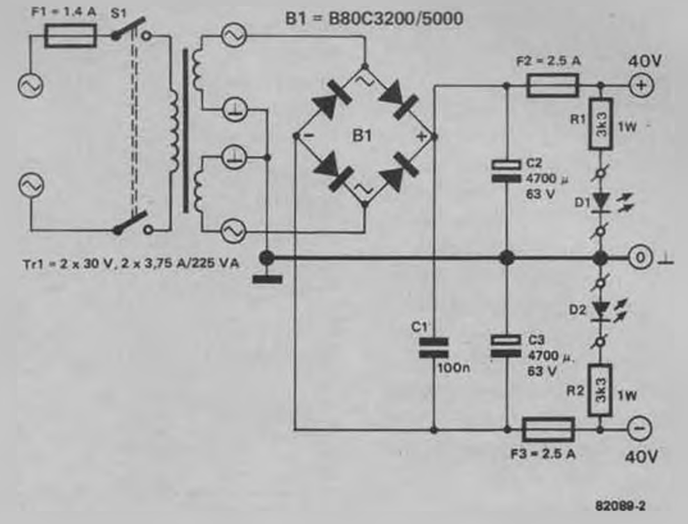
Για πλήρη απόδοση η είσοδος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,775V. Αυτή τη στάθμη τη δίνουν σχεδόν όλοι οι προενι-

σχυτές. Εάν χρησιμοποιηθεί συσκευή που δίνει μεγαλύτερη έξοδο τότε πρέπει να τοποθετηθεί στην είσοδο του ενισχυτή ισχύος ποτενσιόμετρο των 10ΚΩ.

Το τροφοδοτικό

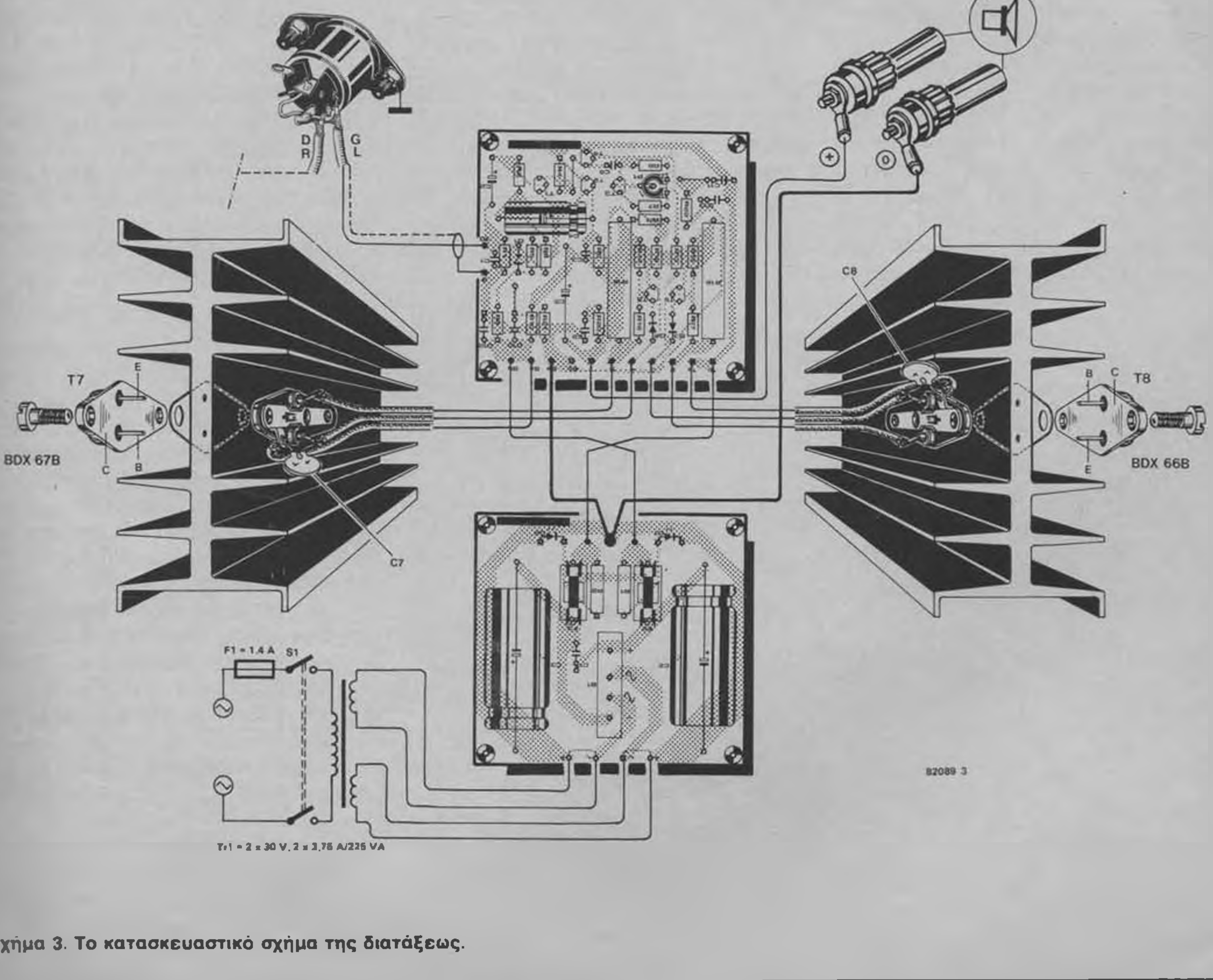
Είναι γνωστό ότι η απόδοση του ενισχυτή εξαρτάται από την ποιότητα τού τροφοδοτικού. Ο ενισχυτής χρειάζεται μιά συμμετρική τάση ± 40V. Σε πλήρη απόδοση (100W στα 4Ω) το ρεύμα είναι 2,5A και σε φορτίο 8Ω με ισχύ 70W το ρεύμα είναι 1,1A. Για λόγους οικονομίας και απλότητας χρησιμοποιούμε ένα μη σταθεροποιημένο τροφοδοτικό. Από τη φύση του όμως ένα τέτοιο τροφοδοτικό θα έχει μιά αυξομείωση τής τάσης. Εάν η τάση τροφοδοσίας σε πλήρη απόδοση ισχύος πρέπει να είναι 40V σημαίνει ότι με μικρότερη ισχύ η τάση τροφοδοσίας θα τείνει να αυξηθεί. Επειδή όμως τα στοιχεία εξόδου έχουν μέγιστη τάση λειτουργίας 100V που σημαίνει ±50V η σχεδίαση πρέπει να γίνει έτσι ώστε να μην ξεπεραστούν αυτά τα όρια. Γι' αυτό το λόγο ορίζουμε την τάση του τροφοδοτικού στα ±46V ώστε να έχουμε και ένα περιθώριο ασφαλείας. Τα ±46V αφήνουν

2



Σχήμα 2. Χάρη σε ένα καλής ποιότητας μετασχηματιστή αυτό το απλό τροφοδοτικό ακρεί για τις απαιτήσεις μας. Η έξοδό του είναι ± 40V, 2,5A.

3



Σχήμα 3. Το κατασκευαστικό σχήμα της διατάξεως.

ομως μόνο ένα περιθώριο διακυμάνσεως 6V μεταξύ μέγιστου και ελάχιστου φορτίου. Αυτό όμως σημαίνει ότι η εσωτερική αντίσταση τού τροφοδοτικού πρέπει να είναι πολύ μικρή. Ένας καλός τρόπος για να πετύχουμε μικρή αντίσταση είναι να χρησιμοποιήσουμε έναν καλό μετασχηματιστή.

Με δεδομένο τον καλό μετασχηματιστή, με το ανορθωτικό σε συνδεσμολογία γέφυρας και με μερικούς ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές έχουμε το τροφοδοτικό που μας χρειάζεται. Οι ασφάλειες σε κάθε γραμμή τροφοδοσίας χρησιμοποιούνται για να προστατεύσουν το κύκλωμα από βραχυκυκλώματα μεγάλης διάρκειας, επειδή τα κυκλώματα προστασίας των T7 και T8 είναι μόνο για μικρή χρονική διάρκεια μέχρι να «καούν» οι ασφάλειες.

Για στερεοφωνική απόδοση χρειαζόμαστε δύο ενισχυτές και επομένως και δύο τροφοδοτικά.

Τεχνικές προδιαγραφές

Ισχύς εξόδου: (συνεχές ἡμιτονοειδές σῆμα)	100W(RL=4Ω, K=O,1%) 70W (RL= 8Ω, K=0,1%)
Ισχύς σε συνάρτηση με την συχνότητα:	< 10Hz... 20KHz 100W
Απόκριση συχνότητας:	<10Hz... 100KHz στα 100 W
Παραμόρφωση:	0,1% σέ 20Hz... 20KHz στα 100W
Ενδοδιαμόρφωση:	0,28% μετρημένα στα 40Hz και 10KHz σε λόγο εύρους 4:1 και Pa = 100W
Σήμα / θόρυβος (S/N):	70 dB
Ευαισθησία εισόδου:	0,775V
Αντίσταση εισόδου:	100KΩ
Αντίσταση εξόδου	0,052 Ω (στο 1KHz)
Ελάχιστο φορτίο:	4Ω
Τροφοδοσία:	80V συμμετρικά (+40V, 0, -40V)
Κατανάλωση ρεύματος:	2,5A max στα RL= 4Ω
Ρεύμα ηρεμίας:	50mA

Κατασκευή

Το σχήμα 6 δείχνει το τυπωμένο κύκλωμα του ενισχυτή. Οι αντιστάσεις R18 και R19 πρέπει να έχουν μιά απόσταση από αυτό τουλάχιστο 5 χιλ. Αυτό δημιουργεί μιά καλή εξαέρωση και επομένως και καλή απαγωγή της θερμότητας.

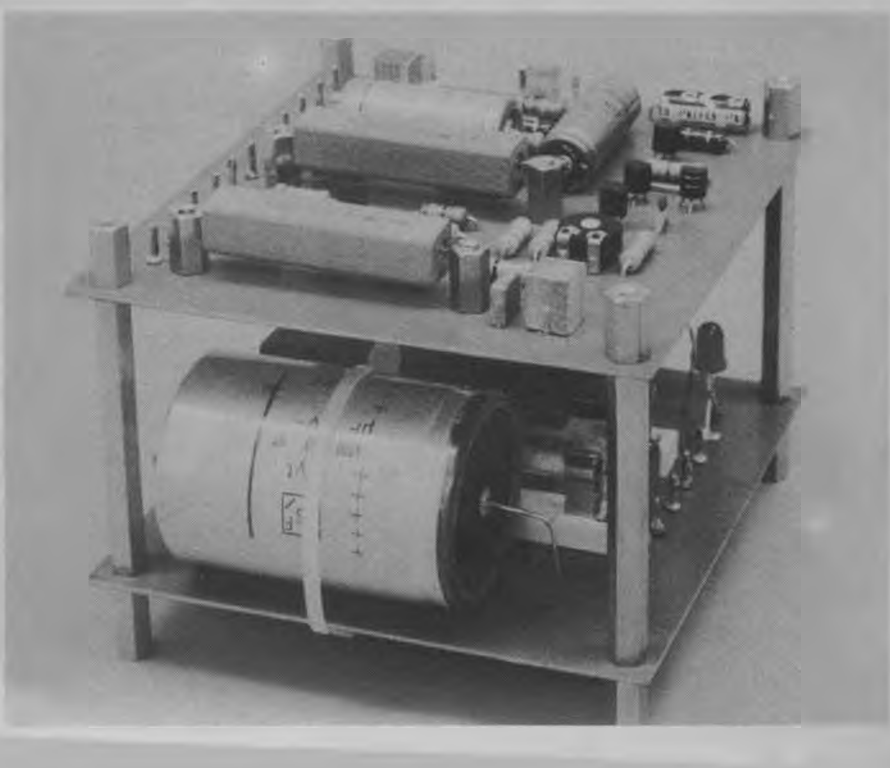
Τα τρανζίστορ T7 και T8 όπως και οι πυκνωτές C_7 και C_8 συναρμολογούνται πάνω στους ψύκτες.

Οι ψύκτες πρέπει να έχουν δυνατότητα 1,2° C/W όπως π.χ. οι μαύροι SK 84. Εάν βάλουμε και στις δύο πλευρές τής μίκα θερμοαγώγιμη πάστα τότε αρκεί ένας ψύκτης με 1,8° C/W όπως π.χ. ο μαύρος SKO3 με μήκος 100 χιλ.

Είναι γνωστό ότι εάν τοποθετηθούν περισσότερα από ένα τρανζίστορ πάνω σε έναν ψύκτη τότε πρέπει να διαιρέσουμε την θερμική αντίσταση του ψύκτη με τον αριθμό των τρανζίστορ. Εάν επομένως τοποθετηθούν και τα δύο τρανζίστορ (T7 και T8) πάνω σε ένα ψύκτη τότε πρέπει ο τύπος να είναι 0,6°C/W (SK84) ή 0,9°C/W (SK03).

Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να υπάρχει απ' ευθείας επαφή τού τρανζίστορ με τον ψύκτη, επειδή ο συλλέκτης είναι συνδεδεμένος με το κάλυμμα τού τρανζίστορ και έτσι θα δημιουργούσε βραχυκυκλώματα. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να χρησιμοποιηθούν μονωτικά όπως π.χ. μίκες.

Πριν συνδέσουμε τους πυκνωτές C_7 και C_8 (βλέπε εικόνα 4) μονώνουμε τους ακροδέκτες τους (ποδαράκια) βάζοντας π.χ. μακαρόνι.



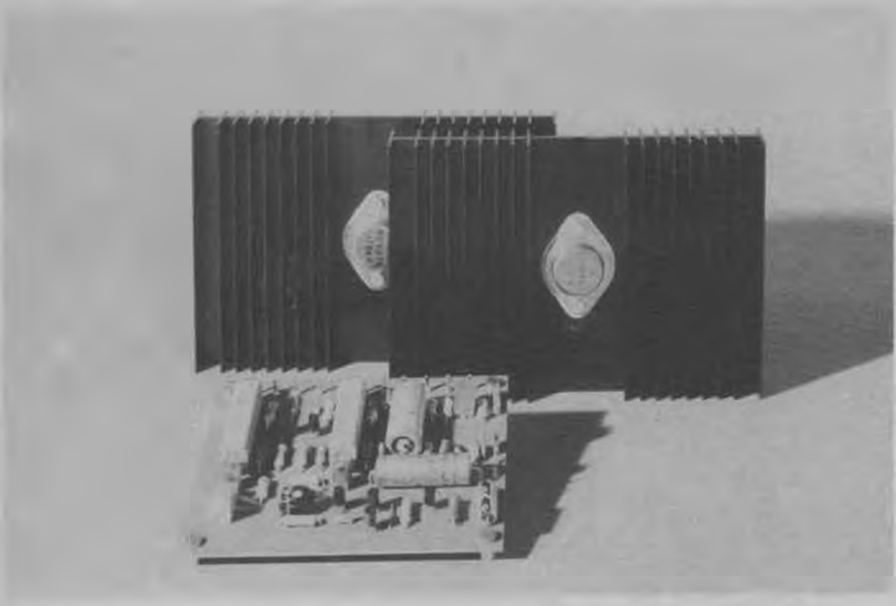
Οι συνδέσεις προς το τυπωμένο κύκλωμα πρέπει να γίνουν με όσο το δυνατόν πιό κοντό χάλκινο σύρμα. Επειδή όπως είναι γνωστό τα θηλυκά βύσματα κατά DIN για την έξοδο δεν είναι εύχρηστα θα σάς συστήναμε να βάλετε ιαπωνικά καλής όμως ποιότητας.

Το βύσμα εισόδου πρέπει να συνδεθεί με καλώδιο AF στο τυπωμένο κύκλωμα. (Το μπλεντάζ να γειωθεί). Το καλύτερο σημείο για να ενώσουμε τη γείωση του τυπωμένου με το κάλυμμα (κουτί) του ενισχυτή είναι η γείωση του βύσματος εισόδου. Το καλώδιο και το βύσμα εισόδου πρέπει να τοποθετηθούν όσο το δυνατό πιό μακριά από τα άλλα στοιχεία και καλώδια, για να μειώσουμε την πιθανότητα αναδράσεως και το θόρυβο από το δίκτυο των 220V.

Οι δύο περιελίξεις του δευτερεύοντος είναι τελείως ξεχωριστές. Αυτό σημαίνει ότι θα μείνουν τέσσερα άκρα στα χέρια μας. Για να δούμε που θα συνδέσουμε το κάθε ένα παίρνουμε δύο στην τύχη και τα ενώνουμε. Έπειτα μετρούμε την τάση στα άλλα δύο. Εάν η τάση μεταξύ τους είναι 60V AC τότε συνδέουμε τα δύο ενωμένα σύρματα με την γη του τροφοδοτικού και τα άλλα δύο στα υπόλοιπα ελεύθερα σημεία. Εάν όμως η τάση είναι OV τότε πρέπει να αλλάξουμε ένα από τα άκρα που έχουμε ενώσει με ένα ελεύθερο. Οι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές πρέπει να στερεωθούν (λόγω μεγέθους) πάνω στο τυπωμένο με πλαστικό κολάρο ή κάτι παρόμοιο (βλέπε και φωτογραφίες).

Ρύθμιση του ενισχυτή

Αφαιρέσε την ασφάλεια F2 από το τροφοδοτικό αφού προηγουμένως βραχυκυκλώσεις την είσοδο και έχεις βεβαιωθεί ότι η έξοδος δεν είναι συνδεδεμένη με οτιδήποτε άλλο. Έπειτα βάλε ένα

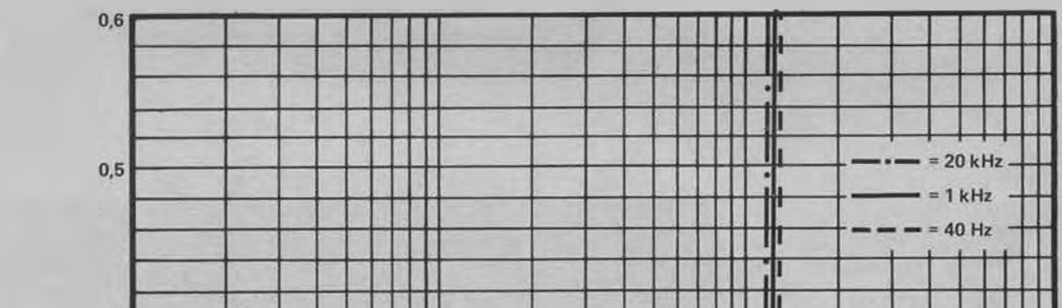


πολύμετρο με περιοχή 1A DC στα άκρα της ασφαλειοθήκης και με το + στην ένωσή της με τον C2.

Γύρισε το ποτενσιόμετρο στο τέρμα του με κατεύθυνση αντίθετη προς τους δείκτες του ρολογιού. Ελεγξε όλες τις συνδέσεις και σύνδεσε το τροφοδοτικό στο δίκτυο. Το πολύμετρο πρέπει να δείχνει γύρω στο OA. Εάν η ένδειξη είναι μεγαλύτερη τότε κάποιο λάθος πρέπει να υπάρχει και πρέπει να διακόψουμε αμέσως το δίκτυο. Σε καλή κατάσταση το ρεύμα πρέπει να είναι περίπου 100mA που με τη βοήθεια του P1 πρέπει να το ρυθμίσουμε στα 80mA. Αυτό σημαίνει ότι το ρεύμα ηρεμίας στα τρανζίστορ ισχύος θα είναι περίπου 50mA.

Αυτή είναι και η όλη διαδικασία ρυθμίσεως του ενισχυτή. Την ασφάλεια F2 την επανατοποθετούμε αφού έχουμε πρώτα διακόψει το δίκτυο. Εάν έχει γίνει κάποιο

4



Σχήμα 4. Το διάγραμμα αυτό δείχνει την ποιότητα του ενισχυτή.

Κατάλογος υλικών του ενισχυτή

Αντιστάσεις:
R1 = 120 k
R2, R5, R6 = 3k3
R3 = 120 Ω
R4, R8 = 680 Ω
R7 = 1k 5
R9 = 5k6
R10 = 1k2
R11 = 2k7
R12, R13 = 270 Ω
R14, R15 = 15 Ω
R16, R17 = 220 Ω
R18, R19 = 1 Ω/9 W
R20 = 10 Ω
R21, R22 = 1 Ω
P1 = 1 k

Πυκνωτές:
C1 = 470 p
C2 = 10μ/63 V
C3 = 150 p
C4 = 1000μ/4 V
C5 = 220 μ/40 V
C6 = 47 p
C7, C8 = 560 p
C9 = 47 n
C10, C11 = 680 n
C12, C13 = 100 n

Ημιαγωγοί:
T1, T2 = BC 556A
T3, T5 = BC 547B
T4 = BC 639
T6 = BC 557B
T7 = BDX67B, BDX67 C
T8 = BDX66B, BDX66C
D1 = 9V1/1.3W
D2, D3 = 1N4148, 1N914, BAW62

Διάφορα:
2 ψύκτες 1,2° C/W
ή 1,8° C/W (βλέπε κείμενο)
Μονοτικά για τα τρανζίστορ
ισχύος (μίκε) κτλ.

Κατάλογος υλικών τροφοδοτικού

Αντιστάσεις:
R1, R2 = 3k3/ 1W

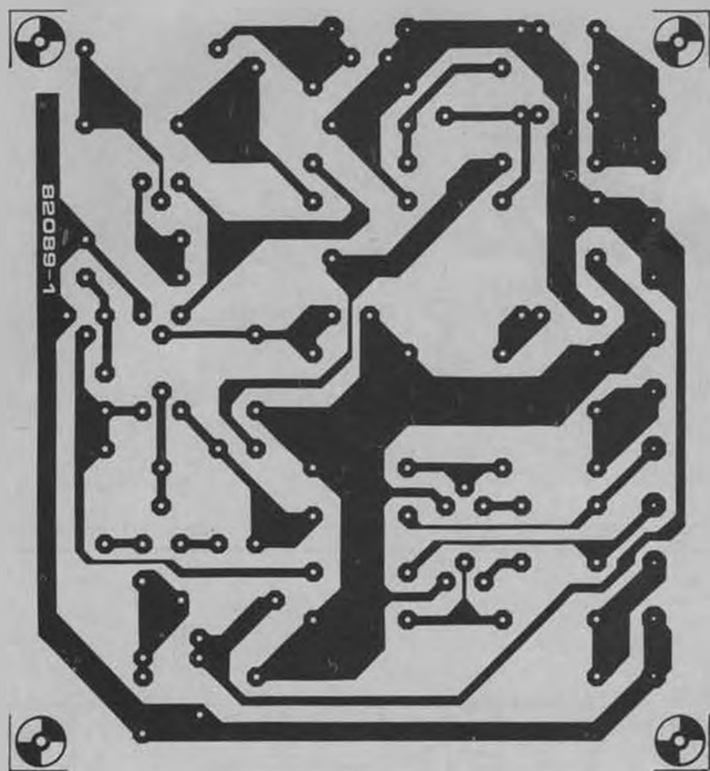
Πυκνωτές:
C1 = 100 vF
C2, C3 = 4700 μF/63V

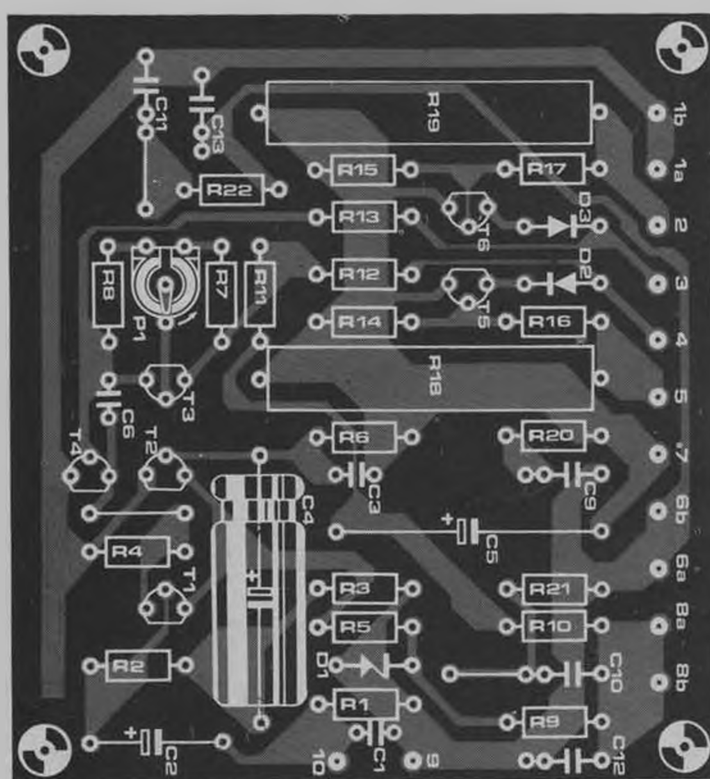
Ημιαγωγοί:
D1, D2 = LED
B1 = B80 C3200/5000 Ανορθωτικό (Γέφυρα)

Ασφάλειες:
F1 = 1,4 A (περίπου)
F2, F3 = 2,5 A (περίπου)

Διάφορα:
Δευτερεύον 2x (225VA, 3,75, 30V)
τοροϊδής μετασχηματιστής (ILP 620 17)
S1 = διπολικός διακόπτης
Δύο ασφαλειοθήκες για το τυπωμένο
Μία ασφαλειοθήκη για τα 220V

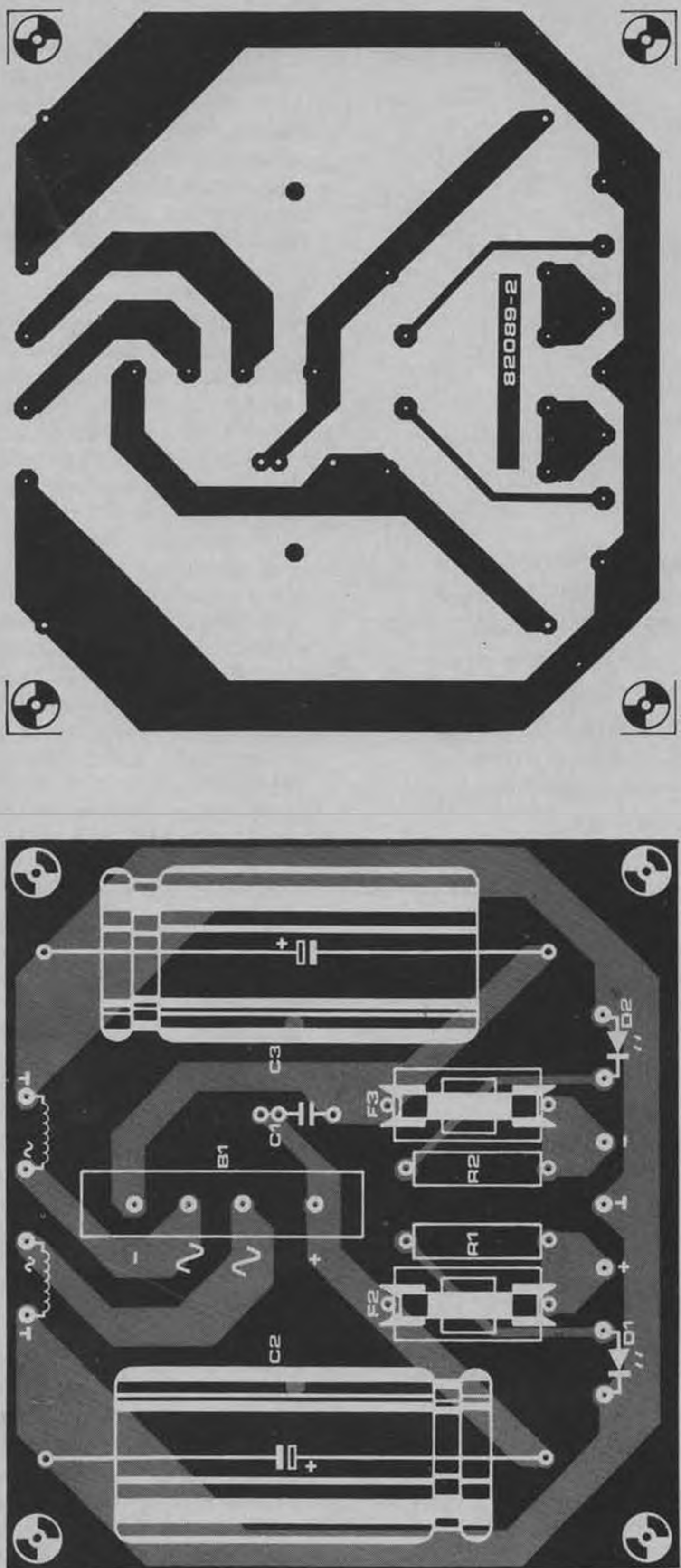
5



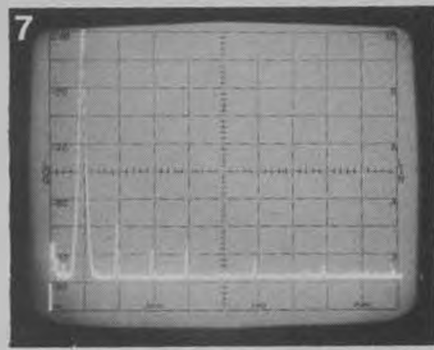


Σχήμα 5. Το τυπωμένο κύκλωμα του ενισχυτή.

6



7



Φωτογραφία 1. Πάνω στην οθόνη του αναλυτή φάσματος βλέπουμε τις αρμονικές που μας δημιουργούν την παραμόρφωση. Οι αρμονικές είναι περίπου 0,04% κάθετη κλίμακα οθόνης: 10dB/διαίρεση.

σφάλμα μπορούμε να το διορθώσουμε εύκολα αφού συγκρίνουμε τις τάσεις σε διάφορα σημεία του κυκλώματος με αυτές του σχήματος 1. Οι τάσεις αυτές έχουν μετρηθεί με το μεγάφωνο συνδεδεμένο και την είσοδο αποσυνδεδεμένη.



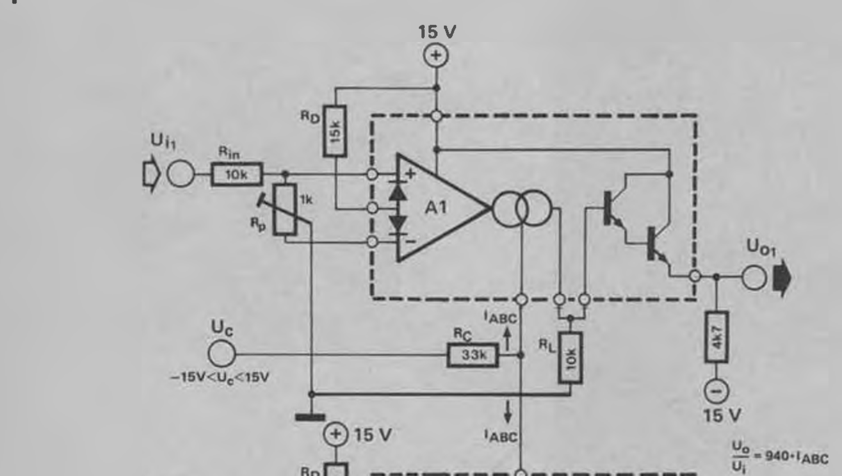
Σχήμα 6. Το τυπωμένο κύκλωμα του τροφοδοτικού.

ένας τελεστικός ενισχυτής αγωγιμότητας (ΟΤΑ)

Πώς λειτουργεί ο 13600

Πολλοί αναγνώστες θα ξέρουν τον 3080 και τον 3094. Τελεστικούς ενισχυτές μεταβαλλομένης αγωγιμότητας ή ΟΤΑ (operational Transcondactance Amplifiers) οι οποίοι μονοπολούσαν σχεδόν το πεδίο σε ένα πλήθος από εφαρμογές στις αρχές της δεκαετίας τού 70. Τελευταία έχει κατασκευασθεί ένας βελτιωμένος τύπος, ο 13600, ο οποίος έχει στην είσοδο διόδους γιά καλύτερη γραμμικότητα (εξ δεκάδες) και για μεγαλύτερες στάθμες εισόδου στην δε έξοδο τους ελεγχόμενους ενισχυτές αντιστάσεως.

1



Σχήμα 1. Ένας ΟΤΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο έντασης του ήχου σε στερεοφωνικά. Η στάθμη ελέγχεται από την τάση στην είσοδο ελέγχου.

Διαβάζοντας τη λειτουργία του 13600 θα παρατηρήσετε ότι αυτό το «ιδανικό» σχεδόν κύκλωμα ΟΤΑ δεν συμπεριφέρεται σαν ΟΤΑ αλλά σαν ενισχυτής ρεύματος.

Η διαφορά μεταξύ ενός ΟΤΑ και ενός συνηθισμένου τελεστικού ενισχυτή είναι η εξής. Σε γενικές γραμμές ο τελεστικός ενισχυτής είναι ένας ενισχυτής που οδηγείται από τάση. Η διαφορά των τάσεων των εισόδων ενισχύεται συνήθως πάνω από 100.000 φορές οπότε στην έξοδο έχουμε μιά πολύ μεγαλύτερη τάση από ότι στην είσοδο. Με άλλα λόγια ο τελεστικός ενισχυτής είναι ενισχυτής τάσεως με μιά σταθερή ενίσχυση.

Στον ΟΤΑ έχουμε και εδώ ενίσχυση τής διαφοράς των τάσεων εισόδου, αλλά η έξοδος είναι ρεύμα. Αυτό σημαίνει ότι η σχέση μεταξύ εισόδου και εξόδου δεν είναι απλώς μιά ενίσχυση (τάσεως), αλλά είναι μιά αγωγιμότης g_m που εκφράζεται σε "mho" ή σε mA/V.

Το ρεύμα εξόδου μπορούμε εύκολα να το μετατρέψουμε σε τάση όταν το περάσουμε μέσα από μιά αντίσταση R_L οπότε τότε έχουμε έναν ενισχυτή τάσεως με ενίσχυση $g_m \times R_L$. Το ενδιαφέρον στα ΟΤΑ δεν είναι τόσο στο ότι η έξοδος είναι ρεύμα αλλά στο ότι η αγωγιμότητα gm και επομένως και η ενίσχυση ελέγχονται από ένα εσωτερικό ρεύμα πόλωσης (I_{ABC}). Με άλλα λόγια ο ΟΤΑ είναι μιά πηγή ρεύματος που οδηγείται από τάση (ή με μιά αντίσταση στην έξοδο ένας ενισχυτής τάσεως), με μιά ενίσχυση που μπορεί να μεταβάλεται με ένα εξωτερικό ρεύμα ελέγχου.

Τα τελευταία χρόνια οι ΟΤΑ έχουν χρησιμοποιηθεί σε πλήθος εφαρμογών. Στο σχήμα 1 π.χ. έχουμε έναν έλεγχο τής εντάσεως (volume), από μιά τάση. Η τάση ελέγχου U_C προσδιορίζει το ρεύμα πόλωσης I_{ABC}. Όσο μεγαλύτερη είναι η τάση τόσο μεγαλύτερος ο βαθμός ενίσχυσης U_C όταν η U_C γίνει μηδέν τότε και η έξοδος μηδενίζεται. Για ευνόητους λόγους δε χρησιμοποιούμε κυκλώματα αναδράσεως επειδή η ενίσχυση πρέπει να προσδιορίζεται μόνο απο το I_{ABC}.

Στο σχήμα 2 βλέπουμε μιά άλλη εφαρμογή όπου δύο ΟΤΑ χρησιμοποιούνται για να κατασκευασθεί ένας ταλαντωτής με δύο κυματομορφές, μιά τριγωνική και μιά τετραγωνική. Η συχνότητα εξόδου ρυθμίζεται από την εξωτερική τάση ελέγχου και κυμαίνεται από 2Hz μέχρι και 200 KHz! Αυτό αντιστοιχεί σε ρεύματα ελέγχου από 10nA μέχρι 1mA. Είναι γνωστό ότι οι ΟΤΑ βρήκαν εφαρμογή σαν διαμορφωτές AM, σαν πολλαπλασιαστές, σαν μετατροπείς πραγματικής ενεργού τιμής (RMS), σαν ελεγχόμενες από τάση αντιστάσεις, σαν φίλτρα, σαν γεννήτριες, σαν λογαριθμικοί ενισχυτές, σαν κυκλώματα χρονισμού, σαν... κτλ. Το νέο σύστημα δυναμικού περιορισμού θορύβου DNR χρησιμοποιεί και αυτό ΟΤΑ για να εξέγξει ένα φίλτρο με μεταβλητή συχνότητα αποκοπής.

Το ολοκληρωμένο 13600

Το 13600 αποτελείται από δύο ΟΤΑ κάθε ένα από τα οποία έχει διαφορική είσοδο, διόδους για τη γραμμικότητα και ελεγχόμενους ενισχυτές ρεύματος στην έξοδο. Το σχήμα 3 δείχνει το κυκλωμετρικό διάγραμμα ενός ενισχυτή.

Η είσοδος του ενισχυτή είναι μιά διαφορική βαθμίδα που αποτελείται από τα τρανζίστορ T4 και T5. Η πηγή ρεύματος τής βαθμίδας σχηματίζεται από τους T1 T2 και D1 που στην πραγματικότητα είναι ένα κύκλωμα «ίσων ρευμάτων» (current mirror): το ρεύμα συλλέκτου του T2 είναι ίσο με το ρεύμα πόλωσης IABC. (βλέπε και ανάλυση των κυκλωμάτων ίσων ρευμάτων σε αυτό το τεύχος).

Για πολύ μικρές διαφορές των σημάτων εισόδου τα ρεύματα συλλέκτου των T4 και T5 (I_4 και I_5) είναι σχεδόν ίσα. Το άθροισμα των ρευμάτων συλλέτκου των T4 και T5 είναι περίπου ίσο με το άθροισμα των ρευμάτων εκπομπού και επομένως κάθε ρεύμα συλλέκτου είναι ίσο με το 1/2 IABC.

Ταυτόχρονα όμως ισχύει ότι το κάθε ρεύμα συλλέκτου εξαρτάται από την τάση εισόδου του και ο λόγος των ρευμάτων εξαρτάται από τη διαφορά των τάσεων στην είσοδο. Για μικρά σήματα ισχύει η εξίσωση.

$$U_{in} \times I_{ABC} = K\,(I_4 - I_5)$$

Όπου K είναι μιά σταθερά και Uin η διαφορά τάσεων στην είσοδο. Εάν η μιά είσοδος είναι γειωμένη τότε Uin είναι η τάση τής άλλης εισόδου.

Το επόμενο μας βήμα είναι να προσθέσουμε άλλα τρία κυκλώματα «ίσων ρευμάτων». (T6 - T7 - D4, T10 - T11 - D6, και T8 - T9 - D5), κατά τέτοιο τρόπο ώστε το ρεύμα συλλέκτου τού T11 να είναι ίσο με το I_5 και του T9 να είναι ίσο με το I_4. Αυτό σημαίνει ότι το ρεύμα εξόδου θα είναι ίσο με τη διαφορά $I_5 - I_4$ και επομένως θα έχουμε

$$U_{in} \times I_{ABC} = K \times I_{out}$$

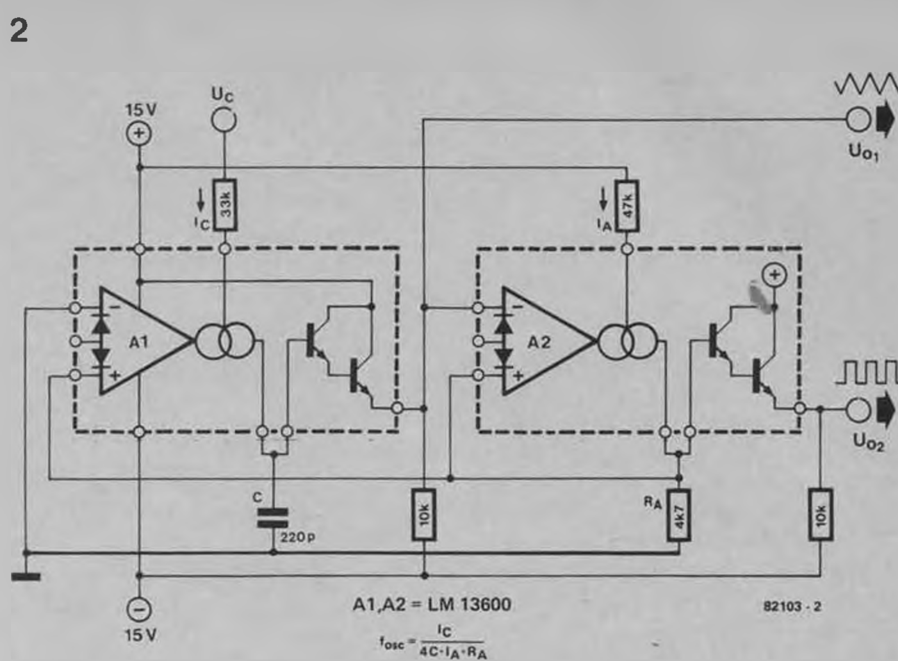
Δηλαδή το ρεύμα εξόδου εξαρτάται από το IABC ή καλύτερα ο λόγος Iout/Uin (αγωγιμότης) είναι ανάλογος τού IABC.

Όπως φαίνεται από την εξίσωση όταν το IABC είναι μηδέν τότε και το Iout θα είναι μηδέν. Από τις δύο εξισώσεις φαίνεται επίσης ότι το ρεύμα εξόδου Iout γίνεται μέγιστο όταν ένα από τα ρεύματα I_4 ή I_5 γίνει μηδέν, οπότε και εξισώνεται με το ρεύμα πόλωσης IABC.

Για να αποφευχθούν οι υπολογισμοί στο σχήμα 3 υπάρχει ένα διάγραμμα που δείχνει την αγωγιμότητα σαν συνάρτηση του ρεύματος IABC. Η αγωγιμότητα δίνεται σε μmho ή μA/V. Για να βρούμε επομένως εύκολα την ενίσχυση πρέπει να εκφράσουμε το φορτίο R_L σε ΜΩ.

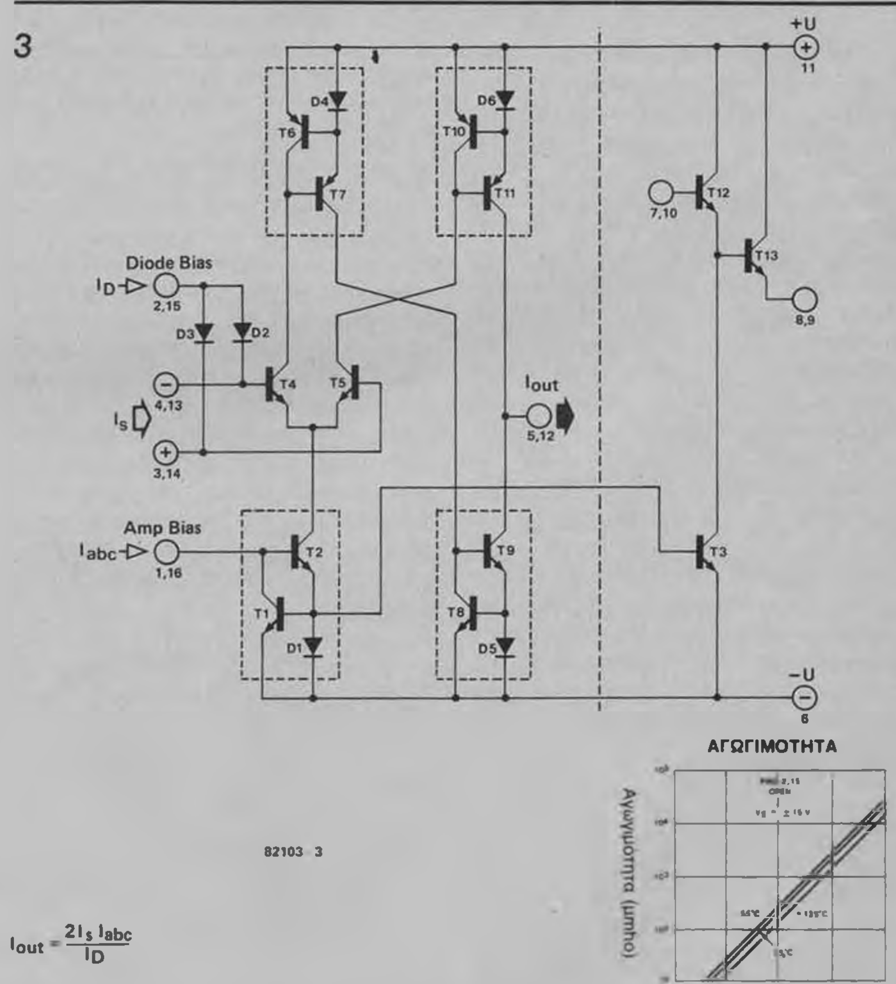
Μέχρι στιγμής εαν αφήσουμε το δεξιό μέρος του κυκλώματος μετά τη διακεκομμένη (σχήμα 3) και τις διόδους D1 και D2 έχουμε ένα ΟΤΑ όπου το ρευμα πόλωσης εφαρμόζεται στη βάση του T2, η είσοδος εφαρμόζεται μεταξύ των βάσεων T4 και T5 και το ρεύμα εξόδου εμφανίζεται στους συλλέκτες των T9 και T11. Μετά από αυτά παραμένουν μόνο λίγα στοιχεία στο όλο κύκλωμα και είναι εύκολο να συμπεραίνουμε ότι αυτά είναι που κάνουν το 13600 να ξεχωρίζει από ένα κοινό ΟΤΑ.

2



Σχήμα 2. Ένας ταλαντωτής, που η συχνότητα ελέγχεται από τάση (VCO). Η περιοχή του είναι από 2Hz έως 200KHz.

3



Σχήμα 3. Το νέο ΟΤΑ αποτελείται από τέσσερα κυκλώματα «ίσων ρευμάτων» και μιά απλή διαφορική βαθμίδα. Οι δίοδοι D2 και D3 είναι για τη γραμμικότητα, μας δίνουν δε και τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε ένα μεγαλύτερο σήμα στην είσοδο.

Στα δεξιά της διακεκομμένης γραμμής υπάρχουν δύο τρανζίστορ τα T12 και T13 που φαίνονται να είναι συνδεδεμένα ως Darlington. Εάν όμως τα εξετάσουμε προσεκτικά τότε θα δούμε ότι το ρεύμα εκομπού του T12 ελέγχεται από το ρεύμα συλλέκτου του T3. Η βάση του T3 είναι συνδεδεμένη με τη βάση του T1 και έχουν και την ίδια πόλωση, επομένως έχουν και το ίδιο ρεύμα συλλέκτου. Το ρεύμα συλλέκτου του T1 είναι όμως το IABC. Επομένως και το ρεύμα εκπομπού του T12 είναι ίσο με το IABC.

Επειδή η ενίσχυση σε εναν OTA είναι γραμμική μόνο για μικρά ρεύματα εξόδου σημαίνει ότι για καλή απόδοση πρέπει η αντίσταση φορτίου να είναι αρκετά μεγάλη. Καλό θα ήταν η αντίσταση αυτή να είναι η αντίσταση εισόδου ενός ενισχυτή. Ειδικά όταν το IABC είναι μικρό, η αντίσταση εξόδου του OTA είναι μεγάλη και το σήμα εξόδου μικρό. Εάν λοιπόν χρησιμοποιήσουμε τους T12 και T13 σαν ενισχυτή πρέπει η πόλωση να είναι τέτοια ώστε η είσοδος να απορροφά το λιγότερο δυνατό ρεύμα για να έχουμε καλή απόδοση σε χαμηλές στάθμες εξόδου του OTA.

Όταν όμως ο OTA δίνει μεγάλο σήμα τότε ο ενισχυτής που θα συνδεθεί στην έξοδό του πρέπει να είναι ταχύτατος για να μπορέσει να παρακολουθήσει τις μεταβολές του σήματος σε μιά μεγάλη περιοχή. Ο κανονικός δρόμος για να πετύχουμε αυτό, είναι να δώσουμε πολύ ρεύμα στα T12 και T13. Έτσι όμως φαίνεται ότι καταλήξαμε σε αδιέξοδο. Από την μιά πλευρά για χαμηλές στάθμες πρέπει τα T12 και T13 να παίρνουν πολύ λίγο ρεύμα για να έχουμε γραμμικότητα και από την άλλη για ισχυρά σήματα πρέπει να παίρνουν μεγάλο ρεύμα ώστε να έχουμε μεγάλη ταχύτητα. Παρ' όλα αυτά όμως βρέθηκε μιά πάρα πολύ καλή διέξοδος.

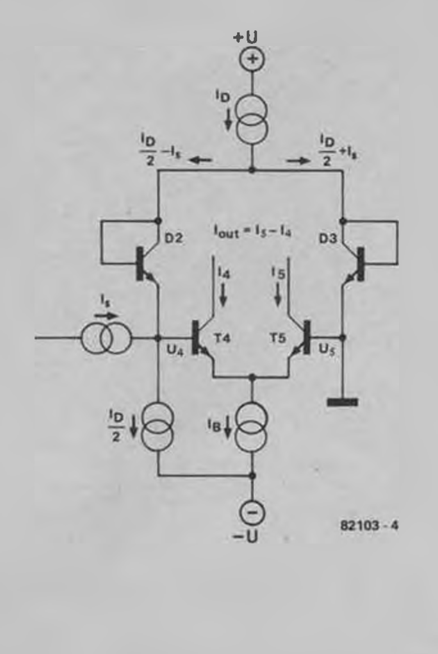
Η λύση είναι να αλλάζει το σημείο λειτουργίας του ενισχυτή εξόδου σύμφωνα με το ρεύμα πόλωσης IABC. Αυτό όμως γίνεται όπως είδαμε με το T3. Επομένως οι T12 και T13 αποτελούν τον ιδανικό ενισχυτή στην έξοδο του OTA.

Οι δίοδοι

Στις περισσότερες εφαρμογές οι OTA χρησιμοποιούνται χωρίς ανάδραση. Αυτό όμως έχει σα μειονέκτημα ότι η οποιαδήποτε μη γραμμικότητα στην χαρακτηριστική του να δημιουργεί παραμορφώσεις.

Αν λάβουμε υπόψη ότι το ρεύμα εισόδου μεταβάλλεται από μερικά nA σε μερικά mA και ακόμα χειρότερα ότι τα τρανζίστορ εισόδου είναι τελείως μη γραμμικά και ειδικά η χαρακτηριστική της διόδου βάσεως εκπομπού, τότε θα καταλάβουμε με πόση προσοχή πρέπει να χρησιμοποιούμε τους OTA. Στους παλαιούς τύπους η είσοδος δεν μπορούσε να γίνει μεγαλύτερη των 50mV από κορυφή σε κορυφή με άλλα λόγια είχαμε

4



Σχήμα 4. Οι δίοδοι D2 και D3 δίνουν στο κύκλωμα μιά γραμμική χαρακτηριστική. Αυτή η λύση έχει όμως το μειονέκτημα ότι πρέπει να χρησιμοποιήσουμε πηγή ρεύματος στην είσοδο.

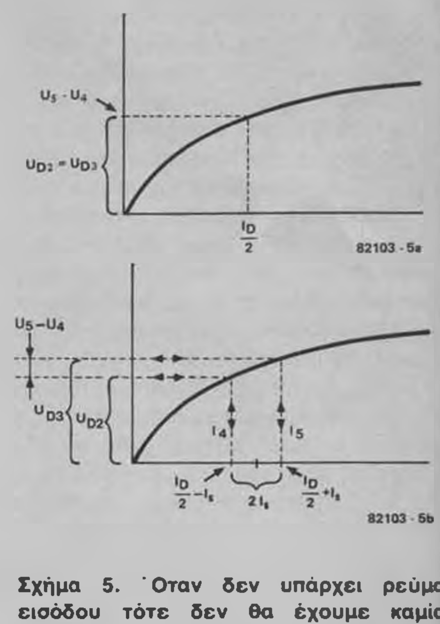
ένα περιορισμό στις δυνατότητες του ενισχυτή.

Εαν είχαμε τη δυνατότητα να περιορίσουμε την μη γραμμικότητα στην είσοδο τότε θα μπορούσαμε να έχουμε μεγαλύτερα σήματα εισόδου, καλυτερεύοντας και το λόγο σήματος προς θόρυβο για την ίδια παραμόρφωση.

Μιά λύση του προβλήματος θα ήταν να δημιουργήσουμε στην είσοδο μιά τεχνική παραμόρφωση που να είναι όμως ίση και αντίθετη με την παραμόρφωση που δημιουργούν τα τρανζίστορ εισόδου, οπότε το τελικό αποτέλεσμα θα ήταν ένα καθαρό σήμα.

Αυτό είναι ακριβώς που γίνεται από τις διόδους D2 και D3 (σχήμα 3). Για να δούμε όμως πιό εύκολα πως ακριβώς λειτουργεί αυτό, ξανασχεδιάσαμε το κύκλωμα εισόδου όπως φαίνεται στο σχήμα 4. Οι δίοδοι τώρα φαίνονται σαν δύο τρανζίστορ με τη βάση ενωμένη στον συλλέκτη (το ίδιο ακριβώς έχει γίνει και στο ολοκληρωμένο) και όλα τα ρεύματα ελέγχονται από πηγές ρεύματος. Το ρεύμα των εκπομπών των τρανζίστορ T4 και T5 έχει αντικατασταθεί από το ρεύμα IB. Το ρεύμα ηρεμίας των δύο διόδων είναι ID. Για να είμαστε βέβαιοι ότι σε κατάσταση ηρεμίας ρέει το ίδιο ρεύμα και στις δύο διόδους έχουμε προσθέσει και άλλη μιά πηγή ρεύματος ($\frac{1}{2}$ ID) την οποία συνδέσαμε μεταξύ της διόδου D2 και του αρνητικού πόλου της πηγής. (Εάν ρέει ρεύμα μέσα από τις διόδους τότε πρέπει αυτό κάπου να έχει εκροή) Τέλος θεωρή-

5



Σχήμα 5. Όταν δεν υπάρχει ρεύμα εισόδου τότε δεν θα έχουμε καμία διαφορά τάσεων στις δύο εισόδους του διαφορικού ενισχυτή (σχήμα 5a). Όταν υπάρχει ρεύμα εισόδου τότε δημιουργείται μιά διαφορά U_5 - U_4 η οποία μάς δίνει στην έξοδο του διαφορικού ενισχυτή ένα ρεύμα εξόδου (σχήμα 5b).

σαμε ότι και το σήμα εισόδου είναι ένα ρεύμα IS. Για ευκολότερη εξήγηση θα θεωρήσουμε ότι τα ρεύματα των βάσεων των T4 και T5 είναι τόσο μικρά που μπορούμε να τα αγνοήσουμε.

Όταν το ρεύμα εισόδου είναι μηδέν τότε τα ρεύματα μέσα από τις D2 και D3 πρέπει να έχουν το ίδιο μέγεθος και να είναι ίσα με $\frac{1}{2}$ ID. Επειδή όλα τα τρανζίστορ είναι τα ίδια θα είναι και οι τάσεις πάνω στις δύο διόδους οι ίδιες.

Αυτό σημαίνει ότι και οι τάσεις βάσεως εκπομπού των T4 και T5 είναι οι ίδιες και επομένως $I_4 = I_5$ ή $I_5 - I_4 = 0$. Δηλαδή εφόσον δεν υπάρχει σήμα εισόδου δεν υπάρχει και σήμα εξόδου

Εάν τώρα έχουμε ένα ρεύμα εισόδου Is τότε το ρεύμα που ρέει μέσα από την D2 πρέπει να ελαττωθεί για να είναι το σύνολο ίσο με $\frac{1}{2}$ ID αφού αυτό το μέγεθος προσδιορίζεται από την πηγή ρεύματος που υπάρχει αριστερα και κάτω στο σχήμα 4. Όταν όμως ελαττωθεί το ρεύμα μέσα από την D2 σημαίνει ότι πρέπει να αυξηθεί αντίστοιχα το ρεύμα της D3 ώστε το άθροισμα να μας δώσει το ρεύμα ID της πηγής που βρίσκεται στο πάνω μέρος του σχήματος 4. Επειδή όμως ρέει λιγότερο ρεύμα μέσα από την D2 σημαίνει ότι και η πτώση τάσεως πάνω σε αυτή θα είναι μικρότερη, ενώ στην D3 που ρέει περισσότερο ρεύμα θα είναι μεγαλύτερη. Σαν αποτέλεσμα αυτών θα εμφανισθεί μιά διαφορά τάσεως μεταξύ των βάσεων των T4 και T5. Αυτή η διαφορά τάσεων που υπάρχει μεταξύ των βάσεων δημιουργεί και μιά διαφορά ρευμάτων $I_5 - I_4$.

Με τα παραπάνω πετύχαμε στην πραγματικότητα να μετατρέψουμε το ρεύμα εισόδου σε μιά τάση (παραμορφωμένη) με τη βοήθεια των D2 και D3. Όταν αυτή η τάση εφαρμοσθεί στα Τ4 και Τ5 η μιά παραμόρφωση αναιρεί την άλλη και το ρεύμα στην έξοδο εμφανίζεται μη παραμορφωμένο. Αυτό επεξηγείται στο σχήμα 5. Στο πάνω διάγραμμα το ρεύμα εισόδου είναι μηδέν. Τα ρεύματα μέσα από τις διόδους είναι τα ίδια (½ ID) οπότε και οι τάσεις πάνω σε αυτές είναι οι ίδιες. Στο κάτω διάγραμμα έχουμε ένα ρεύμα εισόδου I_5 οπότε το ρεύμα μέσα από την D2 γίνεται ½ ID - IS. Έτσι όπως φαίνεται και από το σχήμα έχουμε μιά διαφορά τάσεων U5 - U4 στις βάσεις των Τ4 και Τ5 που είναι και η διαφορά τάσεων εισόδου. Στην ειδική περίπτωση όπου το ρεύμα της πηγής IB είναι ίσο με το ρεύμα της πηγής ID τότε οι τάσεις βάσεως εκπομπού των Τ4 και Τ5 θα είναι ίσες με τις UD2 και UD3 αντίστοιχα. Τα ρεύματα συλλέκτη θα τα προσδιορίσουμε εάν τοποθετήσουμε αυτές τις τάσεις πάνω στο διάγραμμα. Η διαφορά τους όπως μπορούμε να δούμε είναι ίση με 2IS.

Εάν τώρα μικραίνει το ρεύμα IABC τότε οι τάσεις των βάσεων των Τ4 και Τ5 ευρίσκονται στο κάτω μέρος της καμπύλης. Αυτό δημιουργεί μιά μικρή διαφορά μεταξύ I_4 και I_5, παρ' όλα αυτά όμως η γραμμικότητα μεταξύ Is και τού ρεύματος εξόδου, που είναι η διαφορά των I_4 και I_5, παραμένει σταθερή. Τούτο δεν φαίνεται μόνο από το διάγραμμα, μπορεί να αποδειχθεί και μαθηματικά. Τη μαθηματική απόδειξη την έχουμε ξεχωριστά, για όσους αγαπούν τις εξισώσεις. Αυτοί όμως που δεν θέλουν να ασχοληθούν με αυτά πρέπει να μας πιστέψουν ότι το ρεύμα εξόδου είναι:

$$I_{out} = I_5 - I_4 = 2I_s \frac{I_B}{I_D}$$

Από αυτή την εξίσωση βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα.

Πρώτο: Η ενίσχυση ρεύματος είναι ανάλογη του λόγου IB προς ID υπό την προϋπόθεση ότι το ρεύμα μέσα από τις διόδους ρέει μόνο σε μια κατευθυνση! Αυτό σημαίνει ότι το Is πρεπει να είναι πάντοτε μικρότερο του ½ ID. Εάν έχουμε επιλέξει ένα πολύ μικρό μέγεθος για το ID τότε θα έχουμε μιά πολύ μεγάλη παραμόρφωση.

Δεύτερο: Αυτός ο ΟΤΑ δεν συμπεριφέρεται σαν ΟΤΑ αλλά σαν ενισχυτής ρεύματος! Στην ιδανική περίπτωση έχουμε ρεύμα εισόδου που δημιουργεί ένα ρεύμα εξόδου. Ο λόγος μεταξύ των δύο ρευμάτων είναι η ενίσχυση ρεύματος η οποία προσδιορίζεται από το ρεύμα IABC και το ID. Σε όλη αυτή την ιστορία η τάση δεν εμφανίζεται πουθενά. Εάν τώρα στην είσοδο εφαρμόσουμε μιά διαφορά τάσεων τότε οι δίοδοι δεν θα είχαν τη δυνατότητα να παραμορφώσουν το σήμα και επομένως το κύκλωμα θα συμπεριφερόταν σαν ένας κοινός ΟΤΑ με όλες τις παραμορφώσεις που εμφανίζει ένα τέτοιο κύκλωμα. Επειδή όμως από την άλλη πλευρά το σήμα εισόδου είναι συνήθως τάση και δεν προέρχεται από πηγή ρεύματος τοποθετούμε αντιστάσεις που μετατρέπουν κατά κάποιο τρόπο την τάση σε ρεύμα. Τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου δεν θα είναι βέβαια ιδανικά αλλά όπως αποδείχτηκε είναι πάαρα πολύ καλύτερα από

Διατάξεις ίσων ρευμάτων

Οι διατάξεις ίσως ρευμάτων δεν είναι τίποτα το νέο:. είναι απλώς ένα κύκλωμα που μάς δημιουργεί δύο ίσα ρεύματα: Η ιδέα όμως των διατάξεων αυτών είναι πολύ χρήσιμη για την τεχνολογία των ολοκληρωμένων, γιατί έτσι έχουμε τη δυνατότητα μεγάλης ακρίβειας χωρίς εξωτερικά ποτενσιόμετρα ή ρυθμίσεις πάνω σε αυτό τούτο το ολοκληρωμένο. Το μόνο που χρειαζόμαστε είναι τρανζίστορ με ίδια χαρακτηριστικά πράγμα αρκετά εύκολο για τρανζίστορ του ιδίου ολοκληρωμένου.

Όπως όλες οι καλές ιδέες έτσι και αυτή είναι απλή. Η βάση της είναι η εξής: Εάν περάσει ένα ρεύμα μέσα από μιά δίοδο τότε δημιουργείται μιά ορισμένη πτώση τάσεως πάνω σε αυτή αλλά και αντίθετα. Εάν έχουμε μιά ορισμένη πτώση τάσεως πάνω σε μιά δίοδο τότε έχουμε και ένα ορισμένο ρεύμα μέσα από αυτή.

Εάν λοιπόν έχουμε δύο ίδιες διόδους με την ίδια τάση θα έχουμε και το ίδιο ρεύμα μέσα από κάθε μία. Το ίδιο ισχύει και για τα τρανζίστορ. Εάν έχουμε δύο ίδια τρανζίστορ με ίση ακριβώς τάση βάσης εκπομπού τότε θα έχουμε και ίσα ρεύματα βάσης, που σημαίνει όμως και ίσα ρεύματα συλλέκτου. Αυτά ισχύουν για την περιοχή λειτουργίας των τρανζίστορ ή των διόδων και ανεξάρτητα εαν οι χαρακτηριστικές σε αυτή την περιοχή είναι γραμμικές ή όχι.

Μετά από αυτά η κατασκευή μιάς τέτοιας διάταξης δεν είναι τίποτα το δύσκολο. Το σχήμα 1 δείχνει την πιό απλή διάταξη με δύο μόνο τρανζίστορ. Το I1 είναι το ρεύμα εισόδου και το I2 είναι το «ίσο» ρεύμα εξόδου.

Το τρανζίστορ Τ1 με τη βάση στο συλλέκτη είναι συνδεδεμένο σαν δίοδος. Εάν λοιπόν περάσουμε ένα ορισμένο ρεύμα I1 μέσα από το Τ1 τότε θα δημιουργηθεί μιά καθορισμένη πτώση τάσεως πάνω στη δίοδο βάσης εκπομπού.

Σε αυτό όμως το κύκλωμα ακριβώς η ίδια τάση βάσης εκπομπού εμφανίζεται και στο Τ2. Επειδή όμως το Τ2 είναι όμοιο μέ το Τ1 αυτό σημαίνει ότι και το ρεύμα συλλέκτη I1 θα είναι ίσο με το I2. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι έχουμε παραλείψει ως πολύ μικρά τα ρεύματα βάσης των Τ1 και Τ2. Παρ' όλο που αυτά καθορίζουν το πόσο θα άγουν τα τρανζίστορ και επομένως τα ρεύματα μέσα από αυτό.

Αυτή είναι όλη η ιδέα της διατάξεως ίσων ρευμάτων και δεν υπάρχει τίποτα το μυστηριώδες και ανεξιχνίαστο.

Η πραγματοποίηση ενός τέτοιου κυκλώματος δεν είναι τίποτα το δύσκολο (βλέπε και σχήμα 2). Για ευκολία και για καλά αποτελέσματα χρησιμοποιούμε τα ολοκληρωμένα CA3046 ή CA3086. Αυτά τα κυκλώματα έχουν πέντε, ακριβώς τα ίδια τρανζίστορ δύο δε απ' αυτά αυτά μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για την διάταξή μας. Στην αρχή καθορίζουμε με το Ρ1 το ρεύμα στο Τ1 έπειτα μεταφέρουμε το αμπερόμετρο στον κλάδο του Τ2 και γεφυρώνουμε με ένα σύρμα το Τ1 με την R1. Το αμπερόμετρο πρέπει να δείξει ακριβώς το ίδιο ρεύμα όπως και προηγούμενα.

Σε αυτή τη θέση μπορούμε να προσθέσουμε παράλληλα στο Τ2 το τρανζίστορ Τ3, οπότε τότε το ρεύμα θα διπλασιασθεί ακριβώς. Εδώ έχουμε δηλαδή ένα πολλαπλασιασμό ρευμάτων ιδιότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μετατροπή ψηφιακών σημάτων σε αναλογικά.

Είχαμε αναφέρει προηγουμένως ότι κατ' αρχήν δεν θά πάρουμε υπόψη τα ρεύματα βάσεων ως πολύ μικρά. Παρ' όλα αυτά όμως τα ρεύματα βάσης δημιουργούν ένα σφάλμα που σε κατασκευές ακριβείας παίζει μεγάλο ρόλο. Το σφάλμα μπορούμε να το καθορίσουμε με ένα απλό παράδειγμα. Έστω ότι η ενίσχυση ρεύματος (β) των τρανζίστορ είναι 100, το ρεύμα βάσης κάθε τρανζίστορ θα είναι περίπου 1% τού ρεύματος συλλέκτη, δηλαδή «1». Στο σχήμα 1 βλέπουμε ότι τα ρεύματα βάσης και των δύο τρανζίστορ τα παίρνουμε από το ρεύμα I1. Εάν λοιπόν το ρεύμα I1 είναι 102 τότε το I2 θα είναι 100 δηλαδή 2% σφάλμα.

Είναι φανερό ότι αυτό το σφάλμα θα μικραίνει όσο θα μεγαλώνει η ενίσχυση του τρανζίστορ αλλά πάντοτε θα παραμένει γιατί σε μάς τουλάχιστον δεν είναι γνωστό τρανζίστορ με άπειρη ενίσχυση. Μιά καλύτερη λύση δείχνει το σχημα 3 όπου έχουμε προσθέσει ένα ακόμα τρανζίστορ.

Ας θεωρήσουμε λοιπόν ότι το ρεύμα ρέει από τα αριστερά. Το τρανζίστορ Τ1 κατ' αρχήν δεν άγει, οπότε το I1 πρέπει να περάσει μέσα από τη βάση τού Τ3 και έπειτα μέσα από τον Τ2. Τα Τ1 και Τ2 σχηματίζουν κύκλωμα ίσων ρευμάτων, επομένως το Τ1 θα αρχίσει να τραβάει ρεύμα τόσο όσο και το ρεύμα συλλέκτη

αυτά ενός απλού ΟΤΑ. Το σήμα εισόδου για την ίδια παραμόρφωση μπορεί να είναι και δέκα φορές μεγαλύτερο. Αυτό σημαίνει ότι ο λόγος σήματος προ θορύβου καλυτερεύει κατά 20dB περίπου.

Οπως φαίνεται, τα αποτελέσματα δεν είναι καθόλου άσχημα και εάν προσθέσουμε τον ενισχυτή εξόδου και το γεγονός ότι έχουμε δύο κυκλώματα σε ένα ολοκληρωμένο βλέπουμε ότι έχουμε ένα πολύ ενδιαφέρον δομικό στοιχείο.

Βιβλιογραφία:
Προδιαγραφές για το XR 13600 και LM 13600 των EXAP και National Semiconductor.

Σχέσεις μεταξύ Is και Iout

Για τη διαφορική βαθμίδα T4 και T5 η διαφορά των τάσεων των βάσεων είναι ανάλογος του λόγου τού ρεύματος στους συλλέκτες.

$$U_5 - U_4 = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_5}{I_4}$$

Ο παράγων $\frac{KT}{q}$ εξαρτάται εκτός των άλλων και από τη θερμοκρασία: Για θερμοκρασία 25° C έχουμε περίπου 25mV. Έχοντας υπόψη ότι η διαφορά τών $I_5 - I_4$ μας δίνει το Iout και ότι το άθροισμά τους μας δίνει το IB η σχέση γίνεται:

$$U_5 - U_4 = \frac{KT}{q} \ln \frac{½I_B + ½I_{out}}{½I_B - ½I_{out}}$$

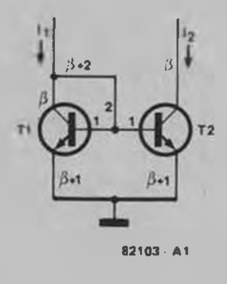
Η ίδια όμως τάση U5 - U4 εμφανίζεται και πάνω στις διόδους D2 και D3 οπότε θα έχουμε

$$U_5 - U_4 = \frac{KT}{q} \ln \frac{½I_D + I_S}{½I_D - I_S}$$

εξισώνοντας τους τελευταιους παραγοντες έχουμε

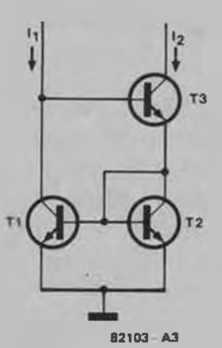
$$I_{out} = 2\, I_S \left(\frac{I_B}{I_D}\right).$$

1



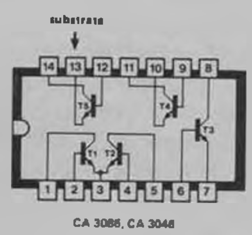
Σχήμα 1: Η βασική διάταξη κυκλώματος ίσως ρευμάτων.

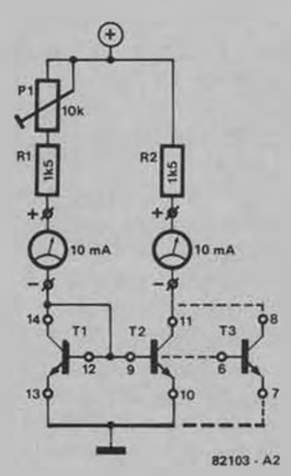
3



Σχήμα 2: Μία βελτιωμένη διάταξη του κυκλώματος του σχημ. 1.

2





Σχήμα 3: Κυκλωμα ελέγχου.

του T2, αυτό όμως είναι ίσο με το ρεύμα συλλέκτη τού T3. Εδώ φαίνεται ότι έχουμε αντιστρέψει τους όρους με ρεύμα εισόδου το I2 και όχι το I1 πράγμα όμως που δεν έχει σημασία.

Τα ρεύματα βάσης των τρανζίστορ είναι όλα ίσα εφ' όσον τα τρανζίστορ είναι ακριβώς τα ίδια οπότε και τα ρεύματα που περνάνε από κάθε συλλέκτη είναι ίσα. Τα ρεύματα των βάσεων των T1 και T2 προέρχονται από ένα μέρος του ρεύματος εκπομπού του T3. Το ρεύμα βάσης του T3 προέρχεται από το I1 και είναι σχεδόν ίσο με το ρεύμα βάσης τού T1 ή τού T2. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι το ρεύμα βάσης του ένος από τα δύο τρανζίστορ προέρχεται από το I1 ενώ το ρεύμα βάσης τού άλλου προέρχεται από το I2. Αυτό σημαίνει ότι έτσι το I1 και το I2 είναι τελείως ίσα. Υπάρχει μόνο μιά μικρή διαφορά που προέρχεται από το ρεύμα βάσης του T3 που είναι λίγο μεγαλύτερο από τα άλλα ρεύματα βάσης, επειδή το ρεύμα συλλέκτη πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερο. Αυτό όμως το μικρό λάθος μπορεί σχεδόν να μηδενιστεί εαν η ενίσχυση ρεύματος γίνει μεγαλη

Τα τρία τρανζίστορ αποτελούν μιά σχεδόν τέλεια διάταξη ίσων ρευμάτων. Τέτοιες διατάξεις έχουν χρησιμοποιηθεί και για το ΟΤΑ που περιγράψαμε. Εκεί μόνο το τρανζίστορ T2 έχει σχεδιαστεί σαν δίοδος επειδή πραγματικά είναι συνδεδεμένο σαν δίοδος. Προβλήματα από διάφορες θερμοκρασίες δεν είναι δυνατόν να υπάρξουν, εάν τα τρανζίστορ είναι όλα πάνω σε ένα ολοκληρωμένο. π.

Τοροειδείς μετασχηματιστές

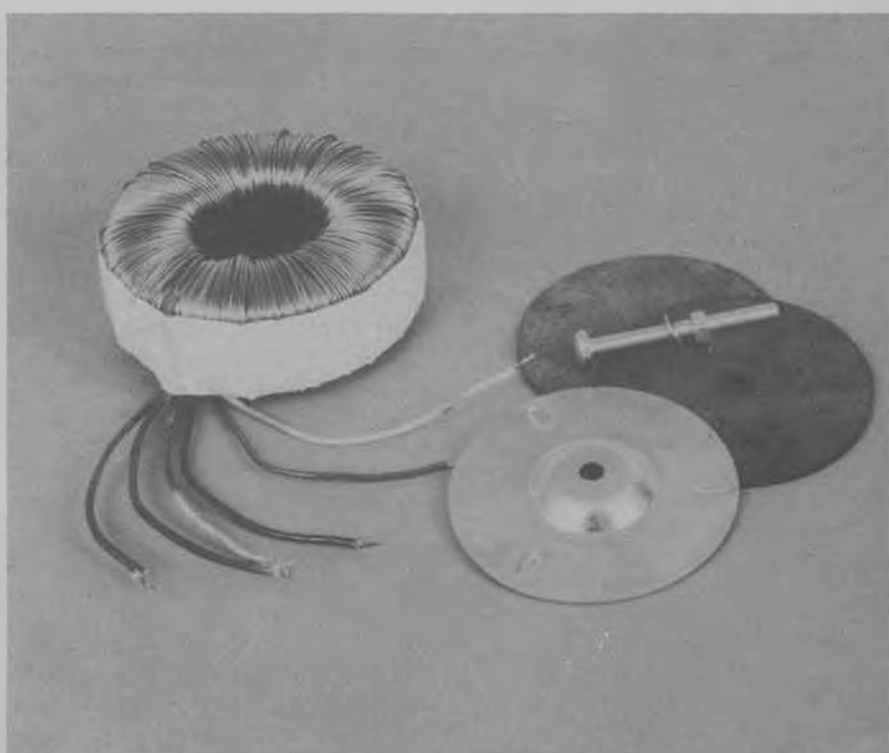
Οι τοροειδείς μετασχηματιστές είναι ότι καλύτερο υπάρχει σήμερα στην περιοχή τών μετασχηματιστών εναλλασσομένου ρεύματος και για ισχύ μέχρι 5KVA. Ο όγκος του είναι σχεδόν το ένα τρίτο και το βάρος του το ένα δεύτερο ενός κοινού μετασχηματιστή. Τα ηλεκτρικά του χαρακτηριστικά είναι σχεδόν ιδανικά.

Ο τοροειδής μετασχηματιστής έχει σχήμα κοίλου κυλίνδρου. Για την κατασκευή του χρησιμοποιείται μιά λωρίδα ειδικής λαμαρίνας που τυλίγεται σε σχήμα κυλίνδρου και στερεώνεται με κόλα από εποξυδικές ρυτίνες. Το πηνίο τυλίγεται απ᾽ ευθείας πάνω στο πυρήνα χωρίς να χρησιμοποιήσουμε καρούλι. Για μόνωση μεταξύ πυρήνα και πηνίου χρησιμοποιούμε μονωτική ταινία. Η περιέλιξη γίνεται σε όλο το μήκος της περιφέρειας του κυλίνδρου και έτσι έχουμε μιά χαμηλή θερμοκρασία και μικρή σκέδαση πεδίου. Το μήκος του σύρματος περιελίξεως είναι μικρότερο από το μήκος του σύρματος ενος κοινού μετασχηματιστή, επειδή το μήκος του πυρήνα πάνω στον οποίο γίνεται η περιέλιξη είναι μεγαλύτερο από ένα κοινό μετασχηματιστή έτσι τα στρώματα του πηνίου είναι λιγότερα με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούμε λιγότερο χαλκό και επομένως να έχουμε και μικρότερη ομική αντίσταση και λιγότερες απώλειες.

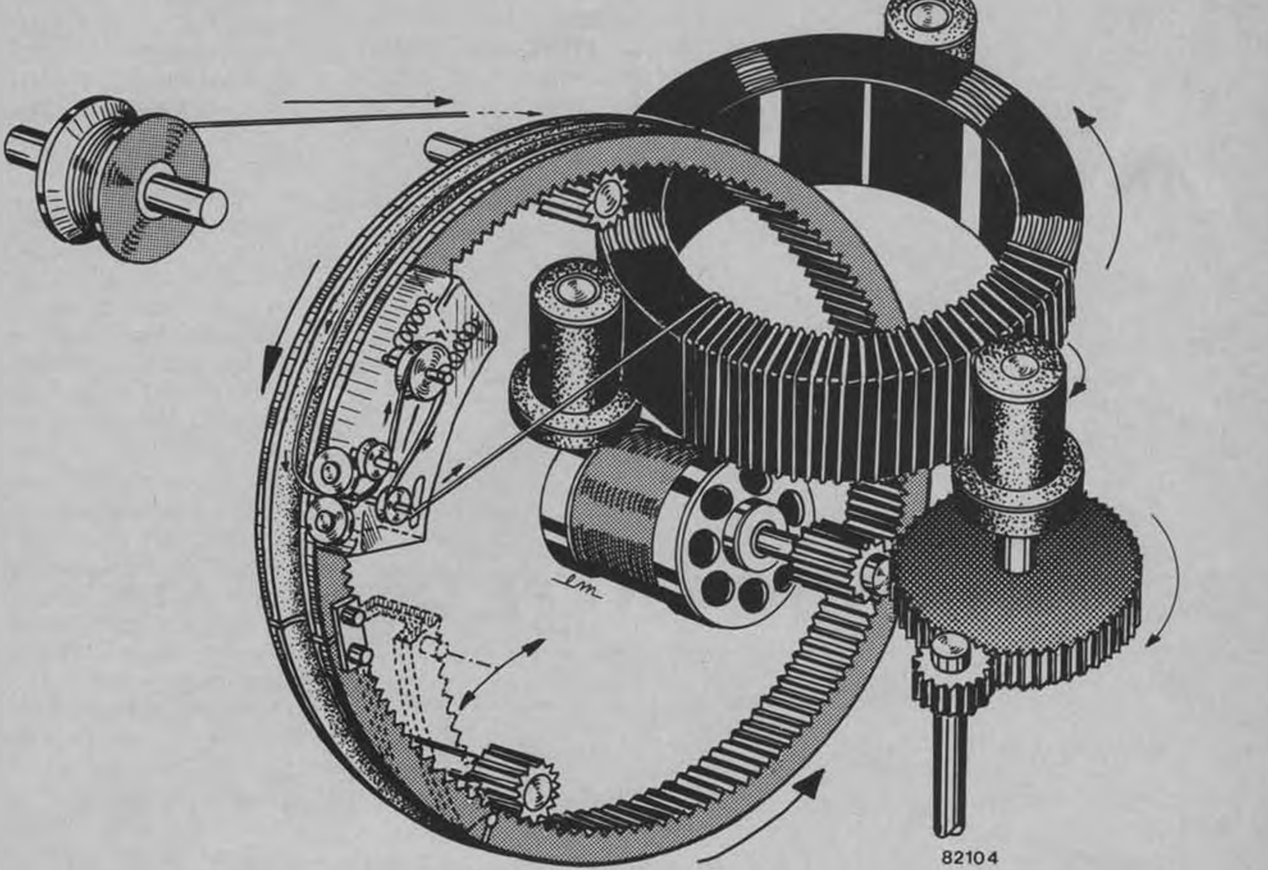
Ο πυρήνας δεν έχει γωνίες και επωμένως και διάκενα αέρος. Αποτελείται από υλικό σιδήρου πυριείου με πολύ καλές μαγνητικές και ηλεκτρικές ιδιότητες.Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι απώλειες μαγνητικού πεδίου να είναι ελάχιστες. Ένα άλλο προτέρημα του τοροειδή μετασχηματιστή είναι ότι σ᾽ αυτόν δεν δημιουργούνται ταλαντώσεις επειδή είναι σφιχτά δεμένος και έτσι δεν ακούγεται και ο γνωστός θόρυβος που δημιουργούν οι άλλοι μετασχηματιστές όταν δεν είναι σφιχτά δεμένοι.

Η ισχύς των τοροειδών μετασχηματιστών αρχίζει απο 15 VA(Watt) και φθάνει μέχρι τα 680 VA.Η μέγιστη ισχύ κατόπιν παραγγελείας φθάνει περίπου τα 5000 VA. Οι συνιθησμένοι τοροειδής έχουν δύο δευτερεύουσες περιελίξεις μεταξύ 6 και 60 V. Η τοποθέτηση και στερωση είναι πολύ απλή και γίνεται με μιά βίδα. Μιά ειδική κατασκευή ενός τοροειδούς είναι και ο γνωστός αυτομετασχηματιστής Variac.

Στον καινό μετασχηματιστή τυλίγεται το πηνίο πάνω στο καρούλι και μετά τοποθετούνται τα ελάσματα. Στο τοροειδή μετασχηματιστή έχουμε τελείως διαφορετική διαδικασία. Το



1



σχήμα 1 δείχνει πώς τυλίγεται ένας τέτοιος μετασχηματιστής. Κατ' αρχήν χρησιμοποιείται μιά στεφάνη πού ανοίγει σε ένα σημείο. Έπειτα περνάμε τον πυρήνα μέσα από το άνοιγμα και το κλείνουμε. Στην στεφάνη μπορούμε να τυλίξουμε όσο σύρμα μας χρειάζεται και αφού στερεώσουμε το ένα άκρο πάνω στο πυρήνα αρχίζουμε το τύλιγμα. Τη στεφάνη την γυρίζουμε τώρα αντίστροφα με τεντωμένο σύρμα και τον πυρήνα αργά γύρω από τον άξωνα του.

Ο τοροειδής μετασχηματιστής έχει συνήθως το μισό βάρος ενός κοινού μετασχηματιστή. Σε μερικές περιπτώσεις το βάρος μπορεί να είναι καί το ένα τρίτο του κοινού. Ο όγκος του τοροειδή είναι το ένα τρίτο και οι απώλειες σιδήρου είναι το ένα δέκατο του κοινού με την ίδια ισχύ. Η διαφορά γίνεται αισθητή σε μηδενικό φορτίο όταν συγκρίνουμε τα πεδία σκεδάσεως.Στον κοινό μετασχηματιστή το πεδίο είναι μέγιστο ενώ στο τοροειδή ελάχιστο. Όταν αυξήσουμε το φορτίο τότε το πεδίο μικραίνει στον κοινό και μεγαλώνει στον τοροειδή αλλά και πάλη παραμαίνει μικρότερο του πεδίου του κοινού.

Η ιδιότητα του τοροειδή να μην εμφανίζει σχεδόν καθόλου πεδίο σκεδάσεως όταν δέν έχει φορτίο μας είναι πολύ χρήσιμη στους ενισχυτές και γενικά στα ηλεκτρονικά επειδή όταν δεν υπάρχει φορτίο τα πεδίο σκεδάσεως θα δημιουργούσε έναν πολύ αισθητό θόρυβο.

Το κόστος του με αυτές τις ιδιότητες δεν ήταν δυνατό παρα να είναι μεγαλύτερο απο του κοινού μετασχηματιστή, πρέπει όμως να πούμε ότι πραγματικά το αξίζει.Στον τοροειδή μετασχηματιστή πρέπει να προσέξουμε το αρχικό ρεύμα επειδή είναι πολύ μεγαλύτερο απο το ρεύμα ενος κοινού μετασχηματιστή και για αυτό τον λόγο οι ασφάλειες στο πρωτεύον πρέπει να είναι βραδύας τήξεως. Το ονομαστικό ρεύμα πρέπει να επιλεγεί κατά 50 έως 100% πιό πάνω από το ρεύμα του κοινού μετασχηματιστή.



Το νέο ΟΤΑ 13600

Οι εφαρμογές του νέου ΟΤΑ είναι τόσες πολλές και τόσο ενδιαφέρουσες που δεν μπορέσαμε να αντισταθούμε στον πειρασμό και να μην σας δώσουμε μερικές ιδέες για διάφορες κατασκευές.

Οταν αρχίσετε τους πειραματισμούς με το νέο ΟΤΑ το μόνο που πρέπει να προσέξετε είναι να μην υπερβείτε τις μέγιστες τάσεις που αναφέρονται στον πίνακα 1.

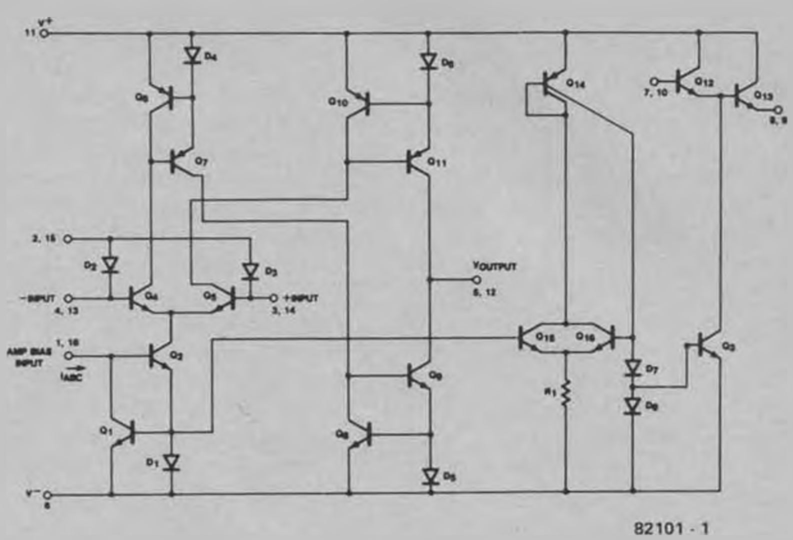
Από ότι είναι γνωστό το 13600 παράγεται μέχρι στιγμής από τρεις εταιρείες την Exar (τύπος XR 13600), την National Semiconductor (τύπος LM 13600) και την Philips (τύπος NE 5517). Το ΟΤΑ της Philips παρουσιάζει κάποιες μικροδιαφορές σε ότι αφορά τις πηγές ρεύματος αλλά και τα άλλα είναι τελείως το ίδιο με αυτά που παράγουν οι άλλες δύο εταιρείες (ακόμα και στους ακροδέκτες). Κάθε θήκη έχει μέσα δύο κυκλώματα ΟΤΑ.

Επειδή σε προηγούμενο άρθρο μας έγινε ανάλυση του ΟΤΑ των εταιριών. Exar και National Semiconductor δίνουμε εδώ το κάπως παραλλαγμένο σχήμα του ΟΤΑ της Philips.

Το κύκλωμα στο σχήμα 2 φαίνεται σαν το ρυθμιστή εντάσεως ήχου που είδαμε στο προηγούμενο άρθρο είναι όμως ένα κύκλωμα αυτόματης ρύθμισης εύρους (AGC). Ο σκοπός αυτού του κυκλώματος είναι να διατηρεί σταθερό το εύρος του σήματος στην έξοδο ανεξάρτητα από την αυξομείωση του εύρους στην είσοδο. Η ρύθμιση γίνεται ως εξής: Μόλις η τάση εξόδου γίνει αρκετά μεγάλη τότε αρχίζει να άγει η βαθμίδα darlington και οι δίοδοι στην είσοδο, οπότε η ενίσχυση μικραίνει, που σημαίνει ότι το σήμα στην έξοδο σταθεροποιείται σε ένα ορισμένο εύρος. Με το ποτενσιόμετρο Uos μπορούμε να ρυθμίσουμε την τάση αντισταθμίσεως (ofset) στα 0V.

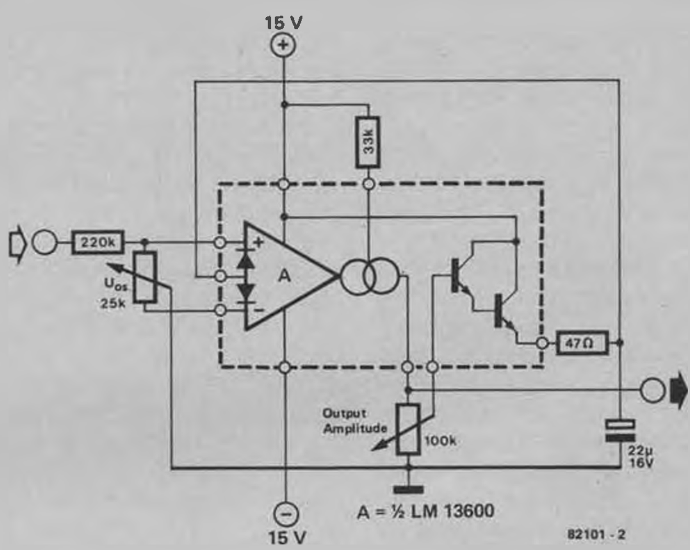
Τα σχήματα 3 και 4 δείχνουν πως είναι δυνατόν να κατασκευασθούν φίλτρα για την περιοχή των ακουστικών συχνοτήτων χωρίς πολλά υλικά. Το σχήμα 3 δείχνει ένα φίλτρο διελεύσεως χαμηλών και το σχήμα 4 ένα φίλτρο διελεύσεως υψηλών συχνοτήτων. Στην περιοχή διελεύσεως η ενίσχυση είναι 1 και στην περιοχή αποκοπής έχουμε μιά κλίση των 6dB στην οκτάβα. (Κάθε διπλασιασμός της συχνότητας είναι μιά οκτάβα).

1



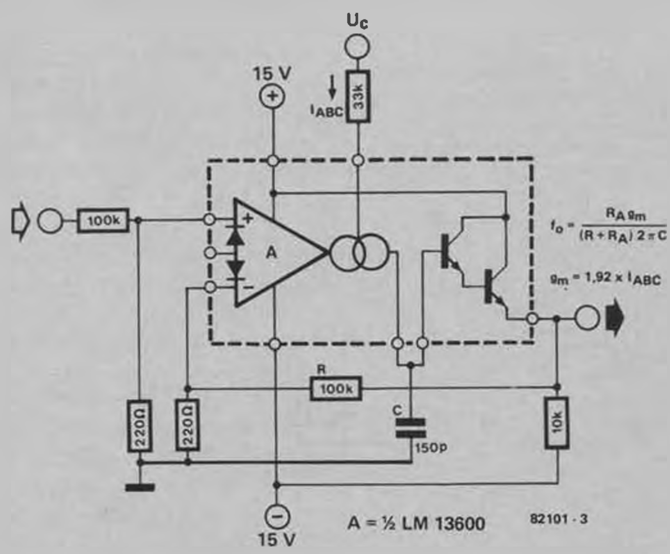
Σχήμα 1. Ο ΟΤΑ της Philips **έχει κάπως διαφορετικές πηγές ρεύματος από το 13600 της** Exar **και** National Semiconductor **αλλά κατά τα άλλα είναι τελείως ανταλλάξιμο.**

2



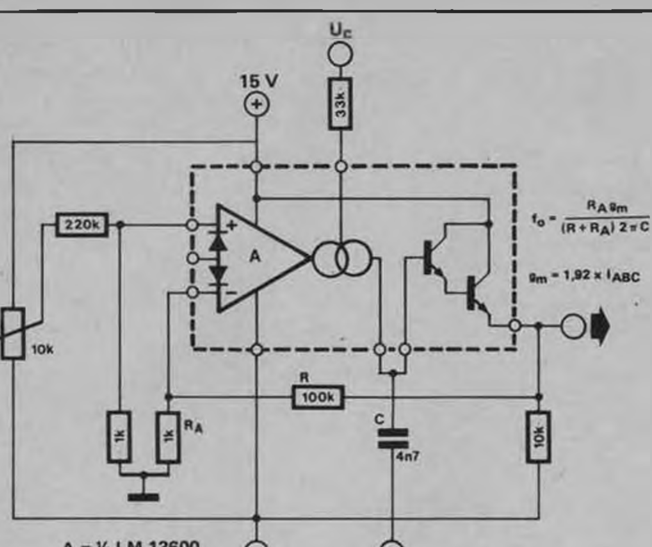
Σχήμα 2. Ένας ενισχυτής που κρατά σταθερό το εύρος του σήματος στην έξοδο ανεξάρτητα από το εύρος στην είσοδο (AGC).

3



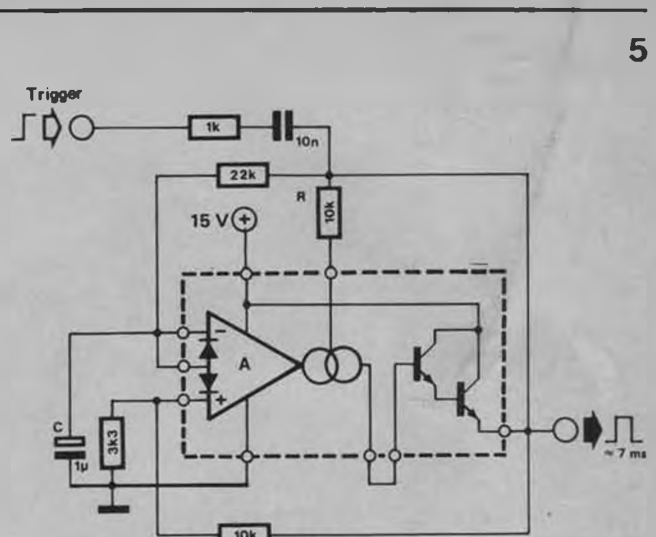
Σχήμα 3. Ένα φίλτρο διελεύσεως χαμηλών με τον 13600 για την περιοχή ακουστικών (6db/οκτάβα).

4



Σχήμα 4. Ένα φίλτρο διελεύσεως υψηλών συχνοτήτων για ακουστικές συχνότητες (6dB/οκτάβα).

5



Σχημα 5. Ενας μονοσταθής πολυδονητής. Στην κατάσταση ηρεμιας δεν καταναλώνει καθόλου ρεύμα.

Η συχνότητα που αρχίζει η αποκοπή προσδιορίζεται από το gm δια του 2πC επί την ενίσχυση που είναι ένας λόγος των R και RA.

Στο σχήμα 5 έχουμε ένα μονοσταθή πολυδονητή. Στη θέση ηρεμίας αυτό το κύκλωμα δεν παίρνει ρεύμα. Όταν διεγερθεί η είσοδος του ενισχυτή με ένα θετικό παλμό πάνω από 2V τότε η έξοδος γίνεται θετική, επειδή εκείνη τη στιγμή η είσοδος (−) είναι σε στάθμη γής ενώ η είσοδος (+) είναι σε θετική στάθμη. Αυτή η κατάσταση παραμένει μέχρις ότου φορτισθεί ο πυκνωτής C οπότε αναστρέφεται η κατάσταση και το σύστημα έρχεται πάλι σε ηρεμία. Η κατάσταση αυτή παραμένει σταθερή γιατί υπάρχει σύνδεση μεταξύ της εξόδου του ενισχυτή και της πόλωσης στην είσοδο. Η εκφόρτιση του C δεν γίνεται μόνο από την αντίσταση των 22 KΩ αλλά και μέσα από τη δίοδο πόλωσης.

Στο σχήμα 6 έχουμε ένα ταχόμετρο ή αλλιώς ένα μετατροπέα συχνότητας σε τάση. Ο A1 λειτουργεί σαν συγκριτής (comparator) οπότε στον Ct εμφανίζονται καθαροί ορθογώνιοι παλμοί οι οποίοι μεταφέρουν φορτίο στον Cf. Σε μεγάλη συχνότητα έχουμε και γρηγορότερη μεταφορά φορτίου οπόθε θα έχουμε και μεγαλύτερη τάση εξόδου.

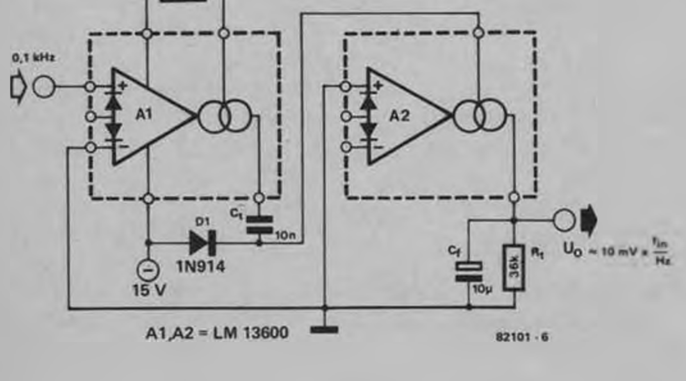
Το σχήμα 7 δείχνει ένα απλό αλλά πολύ καλό διαμορφωτή AM. Το φέρον κύμα το έχουμε στην είσοδο ενώ το προς διαμόρφωση (τη χαμηλή συχνότητα) τη δίνουμε στην είσοδο πόλωσης που σύμφωνα με το μέγεθός της αυξομειώνει και την ενίσχυση.

Πίνακας 1:
Μέγιστα μεγέθη

Τάση τροφοδοσίας	36 ή ±18 V
Απορρόφηση θερμοκρασίας	570 mW
Τάση εισόδου	+ U έως - UV
Διαφορά τάσεως στην είσοδο	± 5V
Ρευμα πολωσης διόδων	2mA
Ρευμα Iabc	2mA

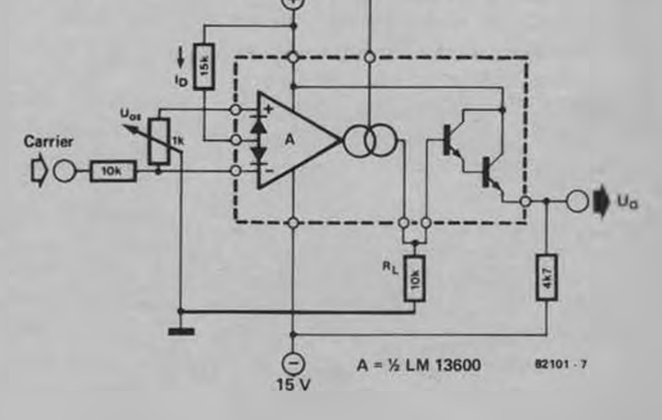
Ρεύμα εξόδου του ενισχυτή: περιορίζεται εσωτερικά.
Ρεύμα εξόδου των Darlingkton: 20 mA

6



Σχήμα 6. Ένα ταχόμετρο (μετατροπέας συχνότητας σε τάση) κατασκευασμενο με ένα μόνο 13600.

7



Σχήμα 7. Ένας διαμορφωτής εύρους (AM).

Ελεγχος καυσίμων

Ενα στροφόμετρο σαν όργανο οικονομίας καυσίμων

Ενα αυτοκίνητο έχει την καλύτερη απόδοση, όταν η ενέργεια που καταναλώνει δεν είναι πολύ μεγαλύτερη από την ενέργεια που αποδίδει. Κάθε μηχανή έχει ένα σημείο όπου η ροπή είναι μεγίστη σε σχέση με την κατανάλωση της βενζίνης. Έξω από αυτή την περιοχή υπάρχει άσκοπη καύση. Το όργανο που περιγράφεται εδώ δίνει στον οδηγό τη δυνατότητα να ελέγχει την καύση σηματοδοτόντας οπτικά και ακουστικά την περιοχή που λειτουργεί η μηχανή.

Το στροφόμετρο σαν όργανο ελέγχου της καύσης

Πολλοί οδηγοί δεν ξέρουν, και αρκετοί δεν θέλουν να ξέρουν την επίδραση που έχει ο τρόπος οδήγησης στην κατανάλωση των καυσίμων. Στο σχήμα 1 έχουμε τους διάφορους λόγους που μπορούν να επιδράσουν στα καύσιμα ενός αυτοκινήτου που δεν έχει τεχνικές ελλείψεις ή βλάβες. Την κατανάλωσή του την έχουμε ορίσει σαν 100%. Τα υπόλοιπα ποσοστά που προσθέτονται πάνω σε αυτό το ποσοστό πρέπει να αποφευχθούν. Όπως βλέπουμε από το σχήμα οι μεγαλύτερες απώλειες προέρχονται από τον τρόπο οδήγησης και είναι δυνατόν να διπλασιάσουν τα καύσιμα.

Ένα στροφόμετρο επομένως είναι αρκετά χρήσιμο για να μας κόψει τις κακές συνήθειες μειώνοντας την κατανάλωση και ρυπαίνοντας λιγότερο το περιβάλλον.

Η ενέργεια που καταναλώνεται από τη μηχανή εξαρτάται από τις στροφές και τη ροπή. Στο σχήμα 2 βλέπουμε την καμπύλη ροπής /στροφών, μιάς απλής μηχανής, όπως και την κατανάλωση σε σχέση με τις στροφές. Η μηχανή θα έχει τη μέγιστη ροπή για έναν συγκεκριμένο αριθμό στροφών (ο οποίος εξαρτάται από το είδος της μηχανής). Σε αυτές τις στροφές η μηχανή έχει την καλύτερή της απόδοση. Εάν αυξήσουμε τις στροφές τότε η κατανάλωση θα μεγαλώνει ενώ η ροπή θα μικραίνει με γρήγορο ρυθμό.

Ένα στροφόμετρο είναι ένα πολύ χρήσιμο όργανο (για αυτούς που το έχουν). Με αυτό μπορούν να ελέγξουν αρκετά καλά την καύση του αυτοκινήτου. Έχει όμως το μειονέκτημα ότι αποσπά πολύ την προσοχή του οδηγού, εάν αυτός θέλει να οδηγεί οικονομικά. Το κύκλωμα που περιγράφουμε εδώ δεν δείχνει ακριβώς τον αριθμό των στροφών (ενώ θα ήταν αρκετά απλό να κατασκευαστεί) αλλά μιά ένδειξη πότε πρέπει να αλάξουμε ταχύτητα για να επιτύχουμε την καλύτερη απόδοση. Το όργανο μας προειδοποιεί επίσης και πότε η μηχανή φθάνει στις μεγαλύτερες στροφές πράγμα αρκετά χρήσιμο και για τους οδηγούς αυτοκινήτων με μεγάλη ισχύ.

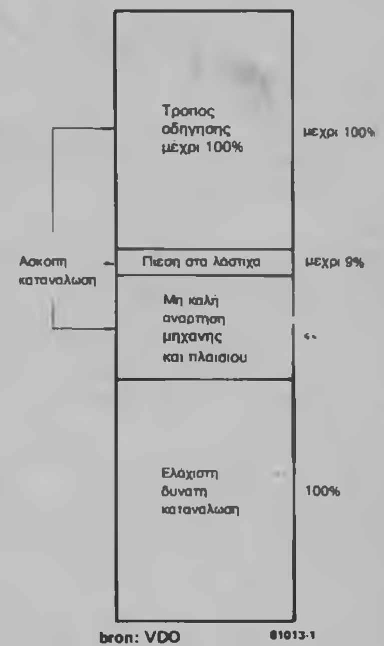
Το κύκλωμα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μην αποσπά την προσοχή του οδηγού αλλά να του δίνει στην κατάλληλη στιγμή την ένδειξη (με φωτοδιόδους LED ή μεγάφωνο) της περιοχής που βρίσκεται η μηχανή του.

Από το σχήμα 2 βλέπουμε λοιπόν ότι κατά την οδήγηση πρέπει να αυξάνουμε την ταχύτητα μέχρις ένα ορισμένο σημείο όπου έχουμε τη μεγαλύτερη ροπή. Εάν θέλουμε γρηγορότερη κίνηση τότε πρέπει να αλάξουμε ταχύτητα διατηρώνοντας όμως τις στροφές της μηχανής.

Όταν δεν είμαστε αναγκασμένοι να αλλάζουμε συνέχεια ταχύτητες (όπως π.χ. οδήγημα μέσα στην πόλη) αλλά οδηγούμε σε ανοιχτό δρόμο τότε φυσικά την καλύτερη απόδοση την έχουμε στη μεγαλύτερη ταχύτητα και στον αριθμό στροφών όπου υπάρχει η μεγαλύτερη ροπή.

Από το σχήμα 2 μπορούμε επίσης να δούμε ότι η κατανάλωση των καυσίμων στις χαμηλές στροφές είναι εκείνο που πρέπει να αποφεύγουμε όσο το δυνατό περισσότερο, επίσης πρέπει να αποφεύγουμε να δίνουμε στη μηχανή πε-

1



Σχήμα 1. Η επίδραση του τρόπου οδήγησης στην κατανάλωση καυσίμων υποτιμάται από πολλούς. Όμως διαφορές μέχρι και 100% δεν είναι σπάνιες.

2



Σχήμα 2. Κατανάλωση και ροπή σαν συνάρτηση του αριθμού στροφών.

ρισσότερες στροφές από τις στροφές τής μέγιστης ροπής.

Οι ενδείξεις

Οπως αναφέραμε και προηγούμενα κάθε στροφόμετρο μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για οικονομική οδήγηση, τα γνωστά όμως στροφόμετρα και ακόμα περισσότερο τα ψηφιακά αποσπούν πολύ την προσοχή του οδηγού και έτσι γίνονται κουραστικά.

Ο καλύτερος τρόπος είναι επομένως να μην γίνεται ακριβώς ένδειξη των στροφών αλλά περιοχές ολόκληρες. Στο όργανό μας αυτές οι περιοχές δείχνονται με διόδους φωτεινής εκπομπής (LED) ως εξής:

Κίτρινο: Η μηχανή λειτουργεί σε χαμηλές στροφές. (Δεν έχουμε ακόμα τη μέγιστη ροπή).

Πράσινο: Η μηχανή έχει περίπου τη μέγιστη ροπή.

Κόκκινο: Η μηχανή λειτουργεί με υψηλές στροφές (έχει περάσει το σημείο μέγιστης ροπής).

Διακοπτόμενο κόκκινο: Η μηχανή έχει φθάσει το μέγιστο επιτρεπόμενο αριθμό στροφών.

Το σχήμα 3 δείχνει τις ενδείξεις στις διάφορες περιοχές. Για αυτούς που δεν θέλουν να πάρουν το βλέμα τους από το δρόμο υπάρχει και η ακουστική σηματοδότηση. Ενας ήχος μικρής διάρκειας μας προειδοποιεί ότι περάσαμε την περιοχή οικονομικής λειτουργίας τής μηχανής και πρέπει να αλλάξουμε ταχύτητα. Εάν η μηχανή έχει φθάσει το μέγιστο επιτρεπόμενο αριθμό στροφών τότε το όργανο εκπέμπει έναν διακοπτόμενο ήχο.

Το όργανο

Το σχηματικό διάγραμμα τού οργάνου δείχνει ένα μετατροπέα συχνότητας σε τάση. (σχήμα 4). Η συχνότητα διακοπής μετατρέπεται σε μιά ανάλογη συνεχή τάση. Η στάθμη αυτής της τάσης συγκρίνεται από τρεις συγκρητές (Comparators) που ο καθένας από αυτούς καταλήγει σε μιά από τις τρεις ενδεικτικές LED οι οποίες δείχνουν την περιοχή στροφών της μηχανής. Οταν γίνεται η αλλαγή από πράσινο σε κόκκινο τότε ο μονοσταθής MF δίνει εντολή στον ταλαντωτή AMV2 και αυτός παράγει ένα ακουστικό σήμα με τη βοήθεια του μεγαφώνου. Οταν η μηχανή φθάσει τις μέγιστες επιτρεπόμενες στροφές τότε ενεργοποιείται ο AMV1 και δημιουργείται διακοπτόμενος φωτισμός από την κόκκινη LED. Στον ίδιο χρόνο αυτό το σήμα ενεργοποιεί και τον ταλαντωτή ακουστικών συχνοτήτων. Οπως δείχνει το κύκλωμα στο σχήμα 5 ο μετατροπέας συχνότητας σε τάση είναι μιά απλή κατασκευή. Το τρανζίστορ T1 χρησιμοποιείται για να κάνει τον παλμό εισόδου ορθογώνιο. Το IC1 είναι το 555 συνδεδεμένο σαν μονοσταθής πολυδονητής. Η έξοδος τού IC1 εισέρχεται σε ένα φίλτρο R7/C6, R8/C7 οπότε οι παλμοί μετατρέπονται σε συνεχή τάση, η στάθμη της οποίας εξαρτάται από τη συχνότητα. Αυτή η στάθμη εφαρμόζεται στην είσοδο (+) των τελεστικών ενισχυτών A1, A2, A3 που χρησιμοποιούνται σαν συγκριτές. Αυτοί οι τρεις μαζί με τον A4 αποτελούν το IC, LM 324. Οι τάσεις με τις οποίες γίνεται η σύγκριση ρυθμίζονται με τα ποτενσιόμετρα P2, P3 και P4.

Κατ' αρχήν η δίοδος D7 εκπέμπει κίτρινο φως ενώ οι άλλες δύο είναι σβηστές. Οταν η στάθμη τής τάσεως στις εισόδους (+) των A1, A2, A3 φθάσει τη στάθμη στην είσοδο (–) του A1 τότε η έξοδός του γίνεται περίπου +12V και ανάβει η πράσινη δίοδος D8 ενώ σβήνει η D7. Εάν οι στροφές μεγαλώσουν αρκετά τότε η έξοδος τού A2 γίνεται και αυτή 12V οπότε ανάβουν οι κόκκινες D3 και D10 και σβήνει η πράσινη D8. Η έξοδος του A2 ενεργοποιεί και τον ταλαντωτή των ακουστικών συχνοτήτων. Η ολοκλήρωση του σήματος τού A2 που γίνεται από τον C11 και R19 δημιουργεί ένα ήχο που αποσβένει ομαλά. Αυτός ο ήχος είναι μιά συμβουλή προς τον οδηγό να αλλάξει ταχύτητα. Όταν οι στροφές αυξηθούν ακόμα περισσότερο τότε η έξοδος τού A3 αλλάζει κατάσταση και ενεργοποιεί τον ασταθή πολυδονητή A4. Αυτό έχει σαν συνέπεια να σβήνουν κάθε δευτερόλεπτο οι κόκκινες δίοδοι D9 και D10 και να διαμορφώνεται το σήμα του ταλαντωτή IC3 μέσω τής διόδου D4, οπότε και ακούγεται ένα διακεκομένο σήμα. Ο IC3 ελέγχει ένα μεγάφωνο 8Ω/0,2W. Εάν το σήμα ακούγεται πολύ δυνατά τότε μπορούμε να μεγαλώσουμε την R21. Για να ελαττωθεί.

Για να λειτουργήσει το όλο σύστημα κανονικά χρειαζόμαστε έναν σταθεροποιητή τάσεως. Αυτός γίνεται με τη βοήθεια της διόδου D6 και του τρανζίστορ T2. Το κύκλωμα D5, R12 και C9 χρησιμοποιείται για να καταπνίξει τυχόν υπερτάσεις.

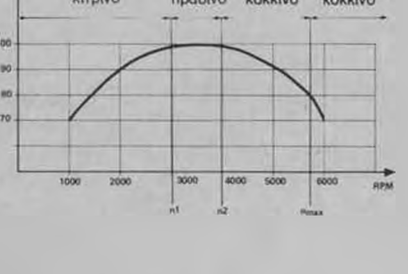
Η κατασκευή

Με το τυπωμένο κύκλωμα του σχήματος 6 η κατασκευή δεν πρέπει να παρουσιάζει προβλήματα. Τα ολοκληρωμένα καλό θα ήταν να μπουν πάνω σε βάσεις. Επίσης καλό θα ήταν οι πυκνωτές C7, C10 όπως και οι C14 και C11 να είναι ταντάλιου.

Για την κατασκευή θα χρειαστούμε ένα πολύμετρο, έναν μικρό μετασχηματιστή και ένα ανορθωτικό σε συνδεσμολογία γεφυρας. Για τη ρύθμιση χρειάζονται ακόμα και τα εξής δεδομένα της μηχανής.

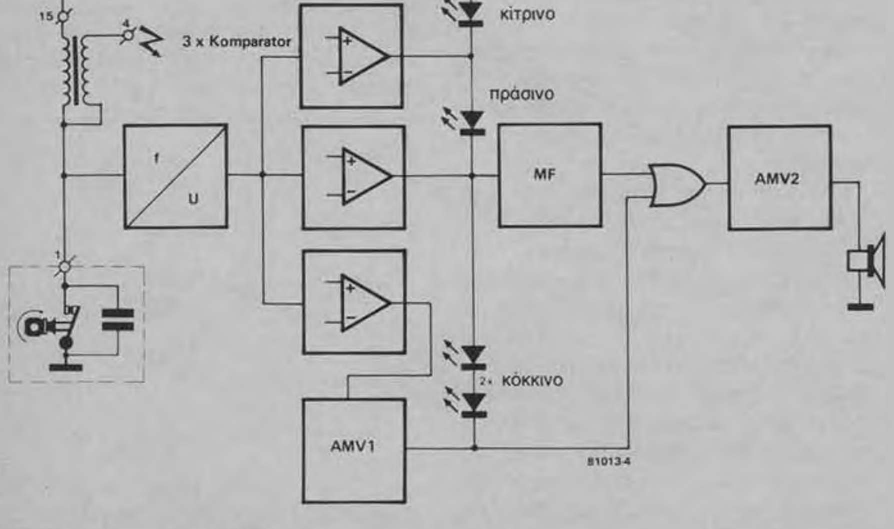
1. Τις μέγιστες επιτρεπόμενες στροφές ανά λεπτό. Αυτές είναι συνήθως 5500 αλλά καλύτερα να συμβουλευθείτε το βιβλίο του αυτοκινήτου. Για να μην καταπονούμε τη μηχανή καλά είναι να πάρουμε μικρότερο αριθμό στροφών π.χ. 5250.
2. Το κάτω και το πάνω όριο στροφών n1 και n2 στο σχήμα 3. Εάν δεν υπάρχει στα βιβλία τού αυτοκινήτου πρέπει να

3



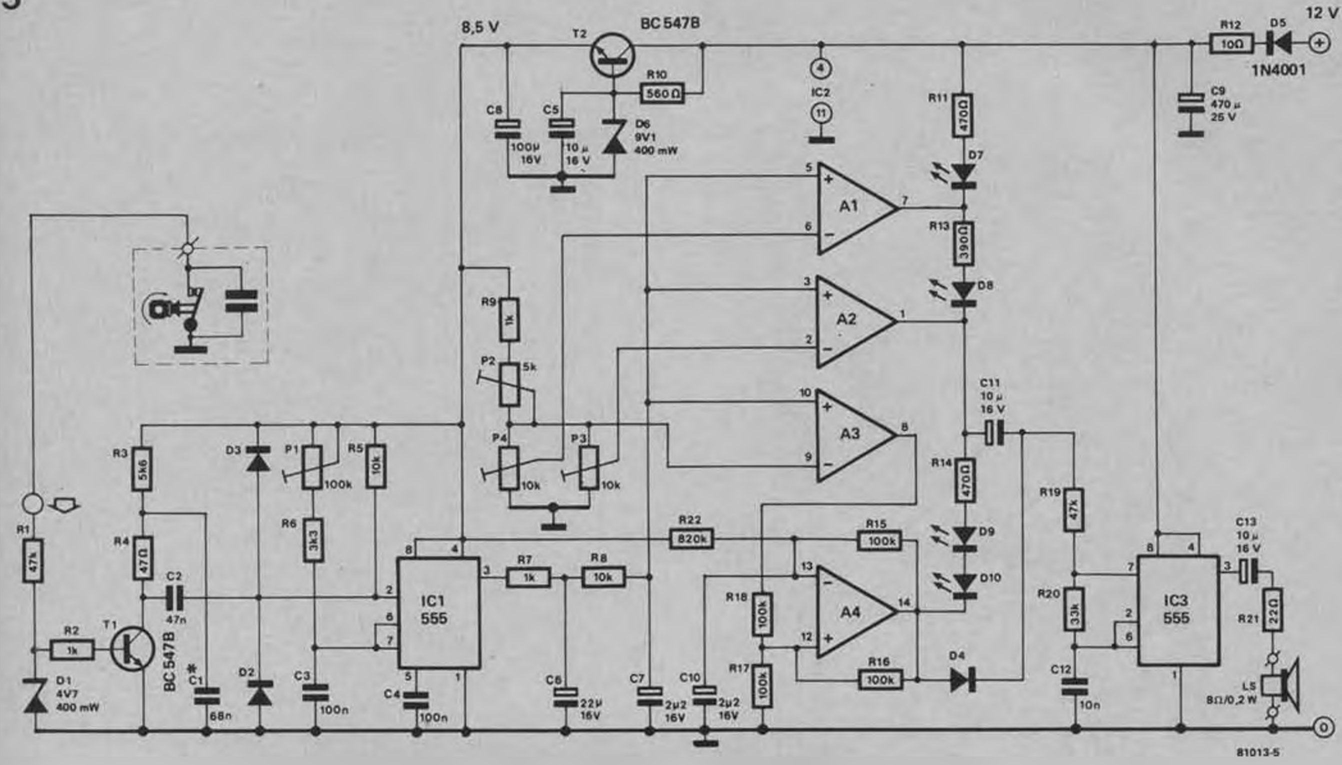
Σχήμα 3. Το όργανο δεν δείχνει ακριβώς τον αριθμό στροφών αλλά γενικές περιοχές στροφών.

4



Σχήμα 4. Σχηματικό διάγραμμα.

5



Σχήμα 5. Το κύκλωμα.

ρωτήσουμε την αντιπροσωπεία.

3. Τον αριθμό των στροφών για μιά συχνότητα του διανομέα (πλατίνες) 100 Hz.

Μεταξύ της συχνότητας f(Hz), του αριθμ. στροφών $n(\frac{1}{min})$ και του αριθμού των κυλίνδρων Z, ισχύει η σχέση: $f=\frac{n.z}{120}$ (για τετράχρονη μηχανή) και $f=\frac{n.z}{60}$ (για δίχρονη μηχανή).

Ετσι έχουμε γιά 100Hz και γιά τετράχρονη μηχανή έναν αριθμό στροφών $n = \frac{1200}{Z}$

Μετά τον υπολογισμό αυτό ρυθμίζουμε την τάση με το P2 στα 5V για το μέγιστο αριθμό στροφών n_{max}. Την τάση τη μετράμε στον ακροδέκτη 9 τού IC2. Για τις στροφές n2 η τάση υπολογίζεται ως εξής: $U_{P3} = 5V \frac{n2}{n_{max}}$ και τη μετράμε στην μεσαία λήψη του P3. Παρόμοια ρυθμίζουμε και την τάση πάνω στην μεσαία λήψη τού P4 να είναι:

$$U_{P4} = 5V \frac{n1}{n_{max}}$$

Η ρύθμιση του μετατροπέα της συχνότητας σε τάση γίνεται ως εξής. Συνδέομε τη γεννήτρια των 100Hz (σχήμα 7) στο στροφόμετρο και ρυθμίζομε την τάση με το P1 έτσι ώστε η στάθμη στον C7 να είναι

$$U_{C7} = \frac{n100Hz}{n_{max}}$$

Το μέγεθος τού C1 υπολογίστηκε για 5800 μέγιστο αριθμό στροφών ανά λεπτό (τετράχρονη μηχανή 4 κυλίνδρους). Εάν ο μέγιστος αριθμός στροφών διαφέρει πολύ από τον πιό πάνω (πάνω από 1000) τότε το μέγεθος του πυκνωτή πρέπει να πολλαπλασιασθεί με τον συντελεστή $\frac{200}{f_{max}}$

Ας δούμε τώρα ένα παράδειγμα. Μηχανή τετράχρονη με 4 κυλίνδρους έχει μεγίστη ροπή 101Nm ή 10Kgm στις 3600 έως 4600 στροφές ανά λεπτό, τη μεγαλύτερη ισχύ στις 5800 στροφές και το μέγιστο των στροφών είναι 5600. Επειδή η μεγαλύτερη ισχύς είναι στις 5800 στροφές, σαν μέγιστο αριθμό στροφών βάζουμε τις 6000 (5V στο P2), οπότε για το U_{P3} έχουμε 3,8V και για το U_{P4} 3,1V. Με τα 100Hz στην είσοδο ρυθμίζεται η τάση στον C7 με το P1 στα 2,5V.

Τοποθέτηση

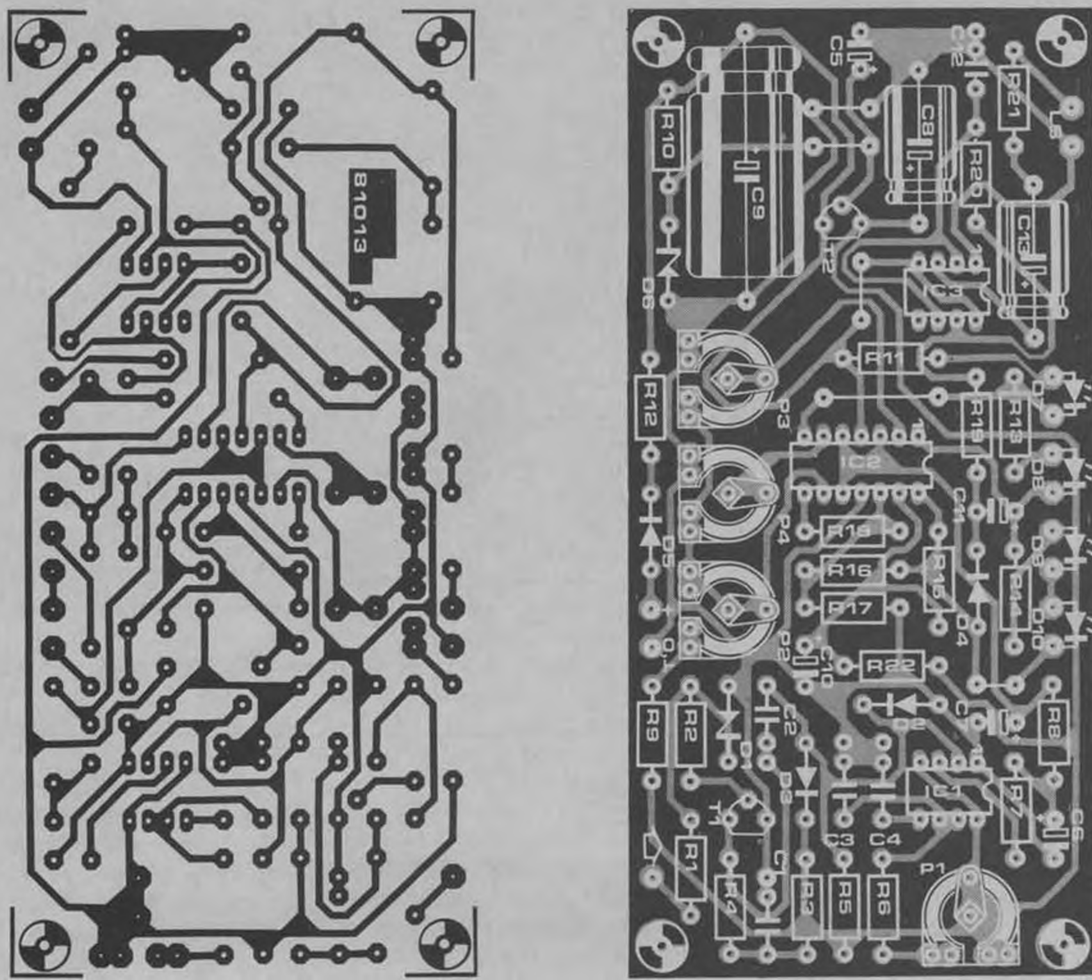
Το κύκλωμα μπορεί να τοποθετηθεί σε μιά θήκη από πλαστικό ή αλουμίνιο. Τη θετική τάση την παίρνουμε ή από το κουτί των ασφαλειών ή από ένα άλλο κοντινό σημείο. Τον αρνητικό πόλο τον γειώνουμε (εφόσον και στο αυτοκίνητο ο αρνητικός πόλος της μπαταρίας είναι γειωμένος). Την είσοδο του κυκλώματος την συνδέουμε στο πηνίο στην πλευρά του διανομέα. Σε αυτοκίνητα όπου οι ακροδέκτες είναι κατά DIN72552 σημαίνει ότι η θετική τάση είναι στον ακροδέκτη 15 η αρνητική στο 31 και ο διακόπτης (πλατίνα) στον 1. Για να αποφύγουμε τα ραδιοφωνικά παράσιτα πρέπει να περνάμε τα καλώδια κολητά στις μεταλλικές επιφάνειες του αυτοκινήτου. Ακόμη καλύτερα είναι να χρησιμοποιήσουμε καλώδιο με μπλεντάζ το οποίο και θα γειώσουμε. Τα καλώδια πρέπει να τοποθετούνται μακριά από τμήματα του αυτοκινήτου που θερμαίνονται.

Εάν μετά την τοποθέτηση η ένδειξη «πηδάει» και το κύκλωμα δίνει καμιά φορά αδικαιολόγητες ενδείξεις τότε πρέπει να μικρήνουμε την R1 μέχρι το πολύ 4K7. Είναι δυνατόν επίσης το P1 να μην είναι ρυθμισμένο καλά οπότε πρέπει να γίνει ξανά η ρύθμιση.

Η οικονομία

Είναι δύσκολο να προσδιορίσει κανείς πόση οικονομία μπορεί να γίνει με το κύκλωμα που περιγράψαμε γιατί αυτό εξαρτάται κυρίως από τον οδηγό. Η κατάσκευή αυτή βοηθάει τον οδηγό να καταναλώνει τη βενζίνη που πρέπει έχοντας τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση. Η μεγαλύτερη οικονομία γίνεται όταν οδηγούμε μέσα στην πόλη. Μιά εγγύηση οικονομίας μπορούμε όμως να δώσουμε οπωσδήποτε. Η κατασκευή αυτή είναι πολύ πιό οικονομική από ένα μελλοντικό κομπιούτερ αυτοκινήτου ο οποίος θα κάνει ακριβώς την ίδια εργασία.

6



Σχήμα 6. Το τυπωμένο κύκλωμα.

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις
R1, R19 = 47k
R2, R7, R9 = 1k
R3 = 5k6
R4 = 47Ω
R5, R8 = 10k
R6 = 3k3
R10 = 560 Ω
R11, R14 = 470 Ω
R12 = 10 Ω
R13 = 390 Ω
R14 = 470 Ω
R15, R16, R17, R18 = 100 k
R20 = 33 k
R21 = 22 Ω
R22 = 820 k
P1 = 100 k ποτενσιόμετρο
P2 = 5 k ποτενσιόμετρο
P3, P4 = 10 k ποτενσιόμετρο

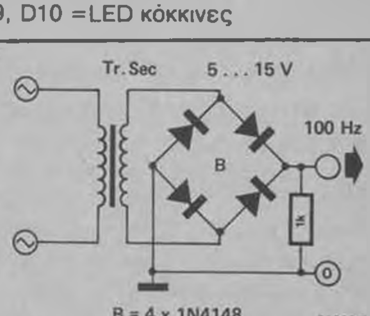
Πυκνωτές
C = 68 n
C2 = 47 n
C3, C4 = 100 n
C5, C11, C13 = 10μ/16 V
C6 = 22μ/16V
C7, C10 = 2μ2/16V
C8 = 100μ/16V
C9 = 470μ/25 V
C12 = 10n

Μεγάφωνα
LS = 8Ω /0,2 W

Ημιαγωγοί
T1, T2 = BC 547B
IC1, IC3 = 555
IC2 = LM 324 CA 324
C1 = δίοδος zewer 4V7/400 mW

D2, D3, D4 = 1N 4148
D5 = 1N4001
D6 = Δίοδος Ζένερ 9V1/400mW
D7 = LED κίτρινη
D8 = LED πράσινη
D9, D10 =LED κόκκινες

7



Σχήμα 7. Μία απλή «γεννήτρια 100Hz.

M. van Kerkwijk

Πολλαπλή λογική πύλη

Η πολύ ενδιαφέρουσα αυτή πύλη υπάρχει και σαν ένα ολοκληρωμένο. Το ολοκληρωμένο όμως αυτό είναι δυσεύρετο, ειδικά για αυτόν που θέλει να αγοράσει δύο ή τρία τεμάχια.
Αυτό μας έδωσε την ώθηση να την κατασκευάσουμε με υλικά που βρίσκονται εύκολα στην αγορά. Το αποτέλεσμα ήταν μιά λύση, με μόνο δύο απλά ολοκληρωμένα.

Για αυτούς τους αναγνώστες που δεν έχουν πείρα με τα ψηφιακά κυκλώματα, αυτή η κατασκευή είναι μιά θαυμάσια ευκαιρία να αποκτήσουν μιά καλή ιδέα.

Για να γίνει το κύκλωμα εύκολα κατανοητό δίνουμε τον «πίνακα αληθείας» για όλες τις πύλες μαζί με τα σύμβολά τους στον πίνακα 1.

Τα «μηδέν» και τα «ένα» δείχνουν τη στάθμη εισόδου και εξόδου. Το «0» σημαίνει ότι η στάθμη είναι περίπου μηδέν βόλτ και «1» σημαίνει ότι υπάρχει τάση (για T.T.L. π.χ. αυτό το «1» είναι περίπου + 5V). Οι «πίνακες αληθείας» δείχνουν πώς συμπεριφέρεται η έξοδος (Q) όταν έχουμε διάφορες στάθμες στην είσοδο (A) ή εισόδους (A και B).

Η πιό απλή λογική πύλη είναι ο ενισχυτής ρεύματος (Buffer). Σ' αυτό η λογική στάθμη που θα εφαρμόσουμε στην είσοδο θα εμφανισθεί και στην έξοδο. Στην αλγεβρική μορφή της (κατά Bool) θα έχουμε Q = A (βλέπε και δεύτερη στήλη του πίνακα 2). Ο σκοπός αυτής της πύλης είναι να μπορεί να ενεργοποιεί με το αυξημένο ρεύμα εξόδου της μιά μεγάλη σειρά από άλλες πύλες.

Ο αναστροφέας (inverter) εκτός από την ενίσχυση ρεύματος κάνει και αναστροφή της λογικής στάθμης εισόδου. Εάν έχουμε στην είσοδο μιά στάθμη «1» στην έξοδο θα έχουμε «0» και το αντίστροφο. Η αλγεβρική μορφή τής πύλης αυτής είναι $Q = \overline{A}$. Η παύλα πάνω στο «A» σημαίνει αναστροφή.

Η πύλη ΚΑΙ (AND) έχει περισσότερες τής μιάς εισόδους. Η έξοδος Q έχει τη στάθμη «1» όταν όλες οι είσοδοι είναι «1». Οι αλγεβρική μορφή για δυό εισόδους είναι Q = A.B, η τελεία μεταξύ των A και B διαβάζεται «ΚΑΙ».

Η πύλη «ΟΧΙ ΚΑΙ» (NAND) λειτουργεί όπως και η ΚΑΙ αλλά στην έξοδό της έχει έναν αναστροφέα. Από τον πίνακα αληθείας βλέπουμε καθαρά την διαφορά μεταξύ τους. Η αλγεβρική μορφή είναι ως εξής $Q = \overline{A.A}$.

Η πύλη «Η» (OR) λειτουργεί τελείως διαφορετικά από τις προηγούμενες. Η έξοδος γίνεται «1» εάν ή η μία είσοδος ή η άλλη ή και οι δύο είσοδοι έχουν στάθμη «1». Η αλγεβρική μορφή είναι Q = A+B το + διαβάζεται σαν ή.

Εαν στην έξοδο της πύλης OR προσθέτουμε έναν αναστροφέα τότε θα έχουμε την πύλη NOR (ΟΧΙ Η) (βλέπε και πίνακα αληθείας). Η αλγεβρική μορφή της εξόδου σε συνάρτηση με την είσοδο είναι:

buffer 

A	Q
0	0
1	1

inverter 

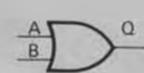
A	Q
0	1
1	0

AND 

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NAND 

A	B	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

OR 

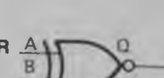
A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR 

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

EXOR 

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

EXNOR 

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$Q = \overline{A+B}$.

Σε τούτο το σημείο θα πρέπει να πούμε ότι δυστυχώς θα αναγκαστούμε να αναφέρουμε τις πύλες και με την αγγλική τους ονομασία επειδή έτσι έχει καθιερωθεί όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς.

Για να ολοκληρώσουμε τις πύλες θα πρέπει να αναφέρουμε και τις πύλες EXNOR και EXOR. Η πύλη EXOR ή XOR Exclusive OR) (αποκλειστικο Η) συμπεριφέρεται όπως και η OR. Εκτός από την περίπτωση που οι δύο είσοδοι είναι στη στάθμη «1» τότε η έξοδος δεν είναι και αυτή «1» αλλά «0».

Για να δείξουμε αυτή τη διαφορά χρησιμοποιούμε το αλγεβρικό σύμβολο ⊕. Οπότε θα έχουμε $Q = A \oplus B$.

Η πύλη EXNOR είναι ακριβώς το ανάστροφο της EXOR. Αυτό μπορούμε να το δούμε και από τους πίνακες αληθείας. Η αλγεβρική μορφή της εξόδου σε συνάρτηση με τις εισόδους είναι: $Q = \overline{A \oplus B}$.

Ένα απλό καθημερινό παράδειγμα θα μας δείξει πώς χρησιμοποιείται μιά λογική πυλη

Εάν π.χ. θέλουμε να κόψουμε ένα κομμάτι λαμαρίνα με ένα ηλεκτρικό ψαλίδι, μπορεί να συμβεί το εξής: Με το ένα χέρι να κρατάμε την λαμαρίνα και τα δάχτυλα να βρίσκονται κάτω από το ψαλίδι και με το άλλο να πιέζουμε το διακόπτη. Για να αποφύγουμε μιά τέτοια κατάσταση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δύο διακόπτες που μαζί θα ενεργοποιούν έναν ηλεκτρονόμο και αυτός με τη σειρά του το ψαλίδι. Δηλαδή για να κόψουμε την λαμαρίνα πρέπει να ενεργοποιήσουμε ΚΑΙ τον ένα διακόπτη ΚΑΙ τον άλλο. Όταν επομένως ΚΑΙ οι δύο διακόπτες είναι κλειστοί (στάθμη «1») τότε μόνο και η έξοδος έχει στάθμη «1».

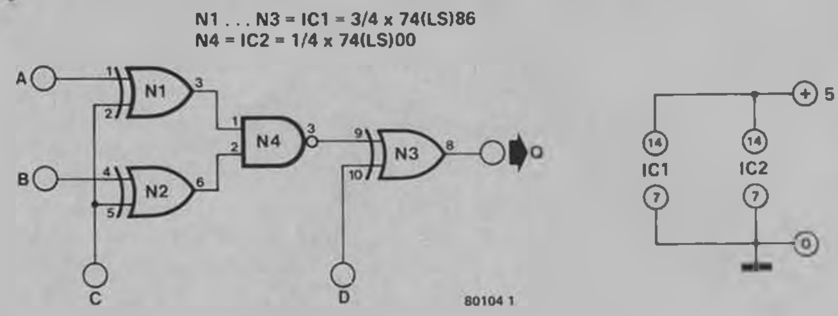
Με αυτό τον τρόπο είμαστε υποχρεωμένοι να χρησιμοποιήσουμε και τα δύο μας τα χέρια οπότε δεν υπάρχει περίπτωση ατυχήματος. Για αυτούς που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν και τα πόδια, μπορούμε να τους τοποθετήσουμε και άλλους δύο διακόπτες για ασφάλεια. Τότε θα έχουμε μιά πύλη ΚΑΙ με τέσσερις εισόδους. Έτσι όταν λειτουργεί το ψαλίδι αυτός που το χρησιμοποιεί πρέπει να έχει και τα πόδια και τα χέρια απασχολημένα. Στην πραγματικότητα για μιά τέτοια περίπτωση δεν θα χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρονόμο αλλά θα συνδέσουμε τους τέσσερις διακόπτες στη σειρά.

Χρησιμοποιώντας αυτή τη λύση πάλι έχουμε μιά λογική συνάρτηση ΚΑΙ.

Η πολλαπλή λογική πύλη

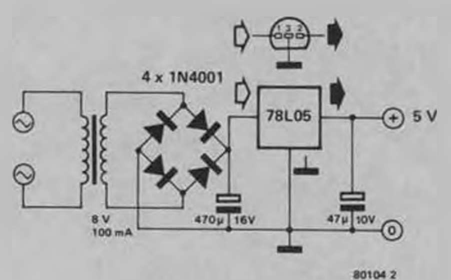
Το σχήμα 1 δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα της πύλης. Με αυτό το κύκλωμα έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε λογικές συναρτήσεις οποιασδήποτε πύλης. Το κύκλωμα αποτελείται από τρεις πύλες EXOR και μιά NAND. Ο πίνακας 2 δείχνει πώς πρέπει αυτή να προγραμματιστεί για να έχουμε τις διάφορες συναρτήσεις.

1



Σχήμα 1. Η πολλαπλή λογική πύλη που αποτελείται από τέσσερις πύλες TTL. Με κατάλληλο προγραμματισμό των εισόδων έχουμε όλες τις λογικές συναρτήσεις.

2



Σχήμα 2. Το τροφοδοτικό της πολλαπλής πύλης.

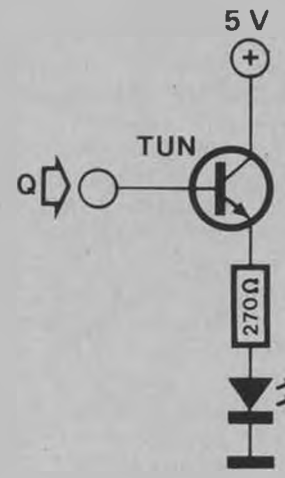
Πίνακας 2

όνομα πύλης	Αλγεβρική συνάρτηση	προγραμματισμός B C D	είσοδος ή είσοδοι	έξοδος
buffer	Q = A	0 1 0	A	Q
Inverter	$Q = \overline{A}$	1 0 0	A	Q
AND	Q = A · B	0 1	A και B	Q
NAND	$Q = \overline{A \cdot B}$	0 0	A και B	Q
OR	Q = A + B	1 0	A και B	Q
NOR	$Q = \overline{A + B}$	1 1	A και B	Q
EXOR	Q = A ● B	1	A/B και C	Q
EXNOR	$Q = \overline{A \bullet B}$	0	A/B καί C	Q

Εαν π.χ. θέλουμε τη συνάρτηση OR τότε πρέπει να συνδέσουμε την είσοδο C του κυκλώματος στο + τού τροφοδοτικού (λογική στάθμη «1») και την είσοδο D στη γη (λογική στάθμη 0). Με αυτή την σύνδεση έχουμε μιά πύλη 0R με εισόδους A και B και έξοδο Q.

Μία συνάρτηση EXOR δημιουργείται με την είσοδο D στον θετικό πόλο τής πηγής («1»). Οι είσοδοι A και B συνδεδεμένες μεταξύ τους συμπεριφέρονται σαν μιά είσοδος. Η δεύτερη είσοδος είναι η C. Εάν θέλουμε να επιβεβαιώσουμε τον πίνακα αληθείας τού EXOR στον πίνακα 1 τότε η είσοδος A είναι η A και B του κυκλώματος στο σχήμα 1 μαζί συνδεδεμένες και η B τού πίνακα είναι η C του κυκλώματος.

3



Σχήμα 3. Με το κύκλωμα αυτό έχουμε αμέσως ένδειξη της λογικής στάθμης.

Κατασκευή

Η πολλαπλή πύλη είναι εύκολο να κατασκευασθεί με ολοκληρωμένα τύπου TTL. Το κύκλωμα χρειάζεται μιά τάση τροφοδοσίας των +5V, όπως π.χ. αυτή που είναι σχεδιασμένη στο σχήμα 2. Μιά μπαταρία των 4,5V δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί γιατί η τάση είναι μικρότερη της κανονικής στάθμης. Την έξοδο μπορούμε να τις δούμε με ένα βολτόμετρο. Μιά πιό απλή και καλή λύση είναι να χρησιμοποιήσουμε μιά δίοδο φωτεινής εκπομπής (LED). Το σχήμα 3 δείχνει τη συνδεσμολογία του κυκλώματος. Το τρανζίστορ με την δίοδο πρέπει να συνδεθεί στην έξοδο Q του κυκλώματος του σχήματος 1. Εάν η δίοδος LED ανάβει τότε έχουμε στάθμη «1». Εάν είναι σβηστή τότε έχουμε στάθμη «0».

Οσοι αναγνώστες θέλουν να μάθουν περισσότερα για την ψηφιακή τεχνολογία θα τού συστήσουμε το βιβλίο «Ψηφιακή Λογική 1» που θα κυκλοφορήσει σύντομα. Οσοι ξέρουν αγγλικά, γαλλικά, γερμανικά, ιταλλικά ή ισπανικά μπορούν να το διαβάσουν και σε μιά από αυτές τις γλώσσες στις οποίες έχει ήδη εκδοθεί. Το βιβλίο αυτό συνοδεύεται και από ένα τυπωμένο κύκλωμα έτσι ώστε τη θεωρία να ακολουθεί αμέσως η πράξη.

Μέτρηση πιέσεως ήχου

Οι ήχοι μπορεί να είναι ευχάριστοι όπως π.χ. η μουσική ή και πάρα πολύ δυσάρεστοι όπως ο ήχος ενός αεροπλάνου που πετάει χαμηλά. Η διαφορά δεν είναι μόνο στο χρώμα του ήχου αλλά και στην ένταση. Οι ήχοι πάνω από μιά ορισμένη στάθμη δεν είναι μόνο ενοχλητικοί αλλά και επικίνδυνοι για την ακοή. Οι άσχημες επιδράσεις στην ακοή της πολύ δυνατής μουσικής, όπως π.χ. disco, είναι γνωστές σε πολλούς γιατρούς. Η μακρόχρονη παραμονή σε χώρους με δυνατούς ήχους έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή του αισθητηρίου της ακοής.

Περιοχή από 50 έως 110dBA

Ολοι θα έχουμε αντιληφθεί ότι για να καταταγεί ένας ήχος στους ευχάριστους ή δυσάρεστους δεν είναι καθόλου εύκολο. Τον ίδιο ήχο που μερικοί το θεωρούν εκνευριστικό θόρυβο άλλοι τον θεωρούν σαν ευχάριστη μουσική. Για μερικούς ένας ήχος μπορεί να είναι ένας ευχάριστος ρυθμός για άλλους ο ίδιος ήχος είναι σαφώς ηχορύπανση. Για να κατατάξουμε λοιπόν τους ήχους θα πρέπει οι μετρήσεις να μην εξαρτώνται από την ιδιοσυγκρασία τού κάθε ανθρώπου αλλά και από την άλλη πλευρά να μην αφήνουν έξω τις ιδιομορφίες τού ανθρώπινου αυτιού.

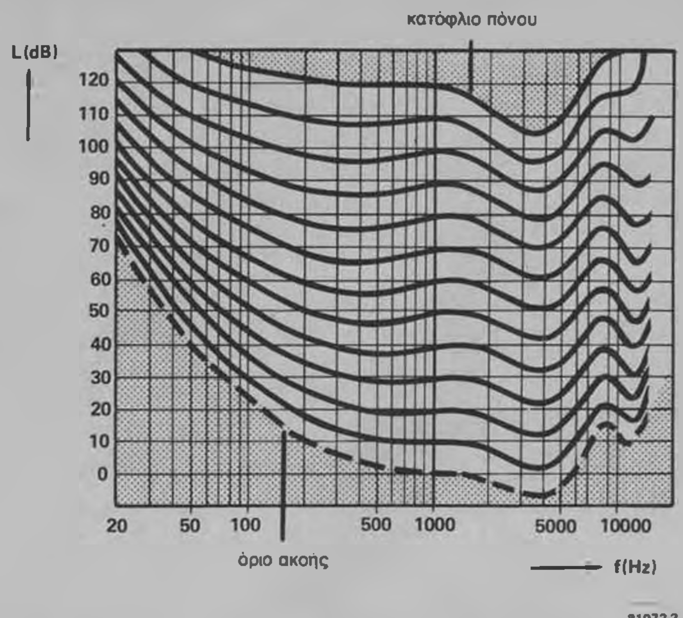
Σε αυτό το άρθρο περιγράφεται ένας τρόπος μετρήσεως του ήχου σε μιά αρκετά μεγάλη κλίμακα.

Πριν αρχίσουμε να περιγράφουμε το όργανο μετρήσεως πιέσεως ήχου, θα περιγράψουμε σύντομα τις ιδιορυθμίες που έχουν τα ανθρώπινα αυτιά.

Το καλύτερο ανθρώπινο αυτί είναι δυνατόν να συλλάβει ήχους από 20Hz μέχρι 20KHz. Αυτά τα όρια είναι γνωστό ότι είναι τα πιό πλατιά που μπορούν να υπάρξουν. Συνήθως τα κανονικά όρια κυμαίνονται από 100Hz έως περίπου 13KHz και εξαρτώνται από την ηλικία και την υγεία του ατόμου. Εμείς για τις μετρήσεις μας και για να έχουμε μιά καλή ακρίβεια θα πάρουμε τα όρια των 20Hz έως 20KHz.

Ενας ήχος για να ακουστεί δεν χρειάζεται να είναι μόνο στην περιοχή ακουστικών συχνοτήτων, πρέπει να έχει την κατάλληλη ένταση στην αντίστοιχη συχνότητα. Για να φανούν στο αυτί μας δύο ήχοι ότι έχουν την ίδια ένταση πρέπει στην πραγματικότητα να εξασκηθούν πάνω στο τύμπανο του αυτιού πολύ διαφορετικές πιέσεις, όπως π.χ. για 100Hz χρειαζόμα-

1



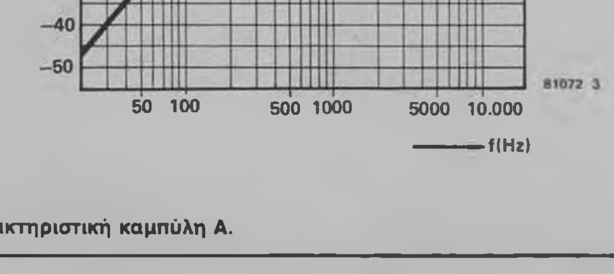
Σχήμα 1. Αυτό το διάγραμμα δείχνει το βαθμό της ευαισθησίας της ανθρώπινης ακοής. Οι Οι ισοφωνικές καμπύλες δείχνουν τι πίεση πρέπει να υπάρχει στις διάφορες συχνότητες για να ακούγονται σαν να έχουν την ίδια ένταση.

2



Σχήμα 2. Παραδείγματα εντάσεως ήχου σε dBA.

3



Σχήμα 3. Η χαρακτηριστική καμπύλη Α.

στε πολύ μεγαλύτερη πίεση για να «ακούσουμε» τον ήχο με την ίδια ένταση, συγκρίνοντάς τον με τον ήχο του 1KHz. Αυτό συμβαίνει επειδή το αυτί μας έχει διαφορετική ευαισθησία σε διαφορετικές συχνότητες. Η μεγαλύτερη ευαισθησία παρουσιάζεται μεταξύ 500Hz και 5KHz.

Ολα αυτά φαίνονται καθαρά στό σχήμα 1. Η κάτω διακεκομένη γραμμή δείχνει τα όρια ακοής. Ηχοι κάτω από αυτή τη στάθμη δεν ακούγονται.

Από το σχήμα βλέπουμε τα όρια ακοής στά 1000Hz είναι 0dB ενώ στα 50Hz είναι 40dB. Οι καμπύλες του διαγράμματος έχουν σχηματισθεί από τις στάθμες πιέσεως του ήχου οι οποίες δίνουν στο αυτί μας την εντύπωση τις ίδιας εντάσεως στις διάφορες συχνότητες (ισοφωνικές). Η καμπύλη που βρίσκεται στο πάνω μέρος του διαγράμματος ονομάζεται και «κατώφλιο πόνου». Αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι οι ήχοι που βρίσκονται κάτω από αυτό είναι ακίνδυνοι. Τελειωτική καταστροφή της ακοής μας μπορεί να έχουμε και σε πολύ χαμηλότερες στάθμες, εάν είμαστε εκτεθειμένοι σε θορύβους για μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. στά 100dB για 30 λεπτά). Το μόνο πράγμα που χαρακτηρίζει αυτή την καμπύλη είναι ότι πραγματικά σε αυτές τις στάθμες έχουμε έντονο το αίσθημα του πόνου και η καταστροφή της ακοής μπορεί να συμβεί σε ελάχιστο χρονικό διάστημα.

Στο σχήμα 2 φαίνονται παραστατικά οι στάθμες ορισμένων ήχων σε dBA. Το dBA είναι ένα σχετικό μέγεθος το οποίο εξαρτάται από τις χαρακτηριστικές του αυτιού (βλέπε και σχήμα 1).

Έτσι μιά «πραγματική» στάθμη 60dB στα 100Hz πρέπει να δίνει την ίδια ηχητική ένταση με μιά στάθμη 50dB στα 1KHz. Η κατασκευή κυκλωμάτων για σύγκριση με τέτοιες χαρακτηριστικές δεν είναι καθόλου εύκολη.

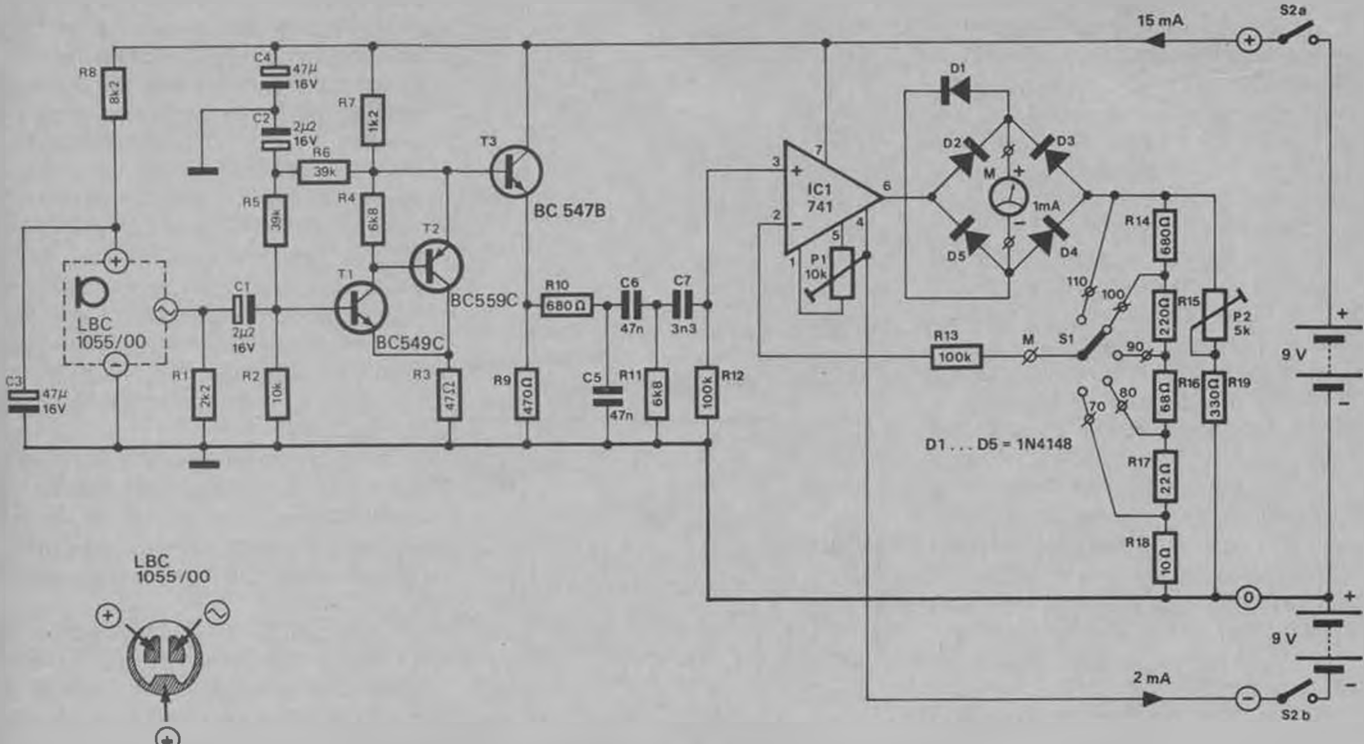
Σύμφωνα όμως με τις διεθνείς προδιαγραφές μιά τέτοια ακρίβεια δεν είναι αναγκαία και μάς αρκεί η καμπύλη του σχήματος 3 για αντιστάθμισμα. Η καμπύλη αυτή είναι γνωστή με το όνομα καμπύλη Α. Για τη μέτρηση των ήχων σε dBA δεν έχουμε τίποτα άλλο να κάνουμε από το να συνδέσουμε μετά το μικρόφωνο ένα φίλτρο με την χαρακτηριστική της καμπύλης Α.

Μέτρηση του ήχου σε dBA

Για να μετρήσουμε τον ήχο χρειαζόμαστε κατ' αρχήν ένα καλό μικρόφωνο με ευθεία χαρακτηριστική. Ένα μικρόφωνο χωρητικότητας θα ήταν ιδανικό. Μετά από το μικρόφωνο ακολουθεί ένας προενισχυτής. Μεταξύ του προενισχυτή και του ενισχυτή τοποθετούμε το φίλτρο με την χαρακτηριστική καμπύλη Α. Η έξοδος του φίλτρου συνδέεται με τον ενισχυτή ο οποίος μαζί με τη γέφυρα και τις αντιστάσεις αποτελεί ένα κύκλωμα μετρήσεως εναλασσομένων ρευμάτων με ένδειξη σε dB.

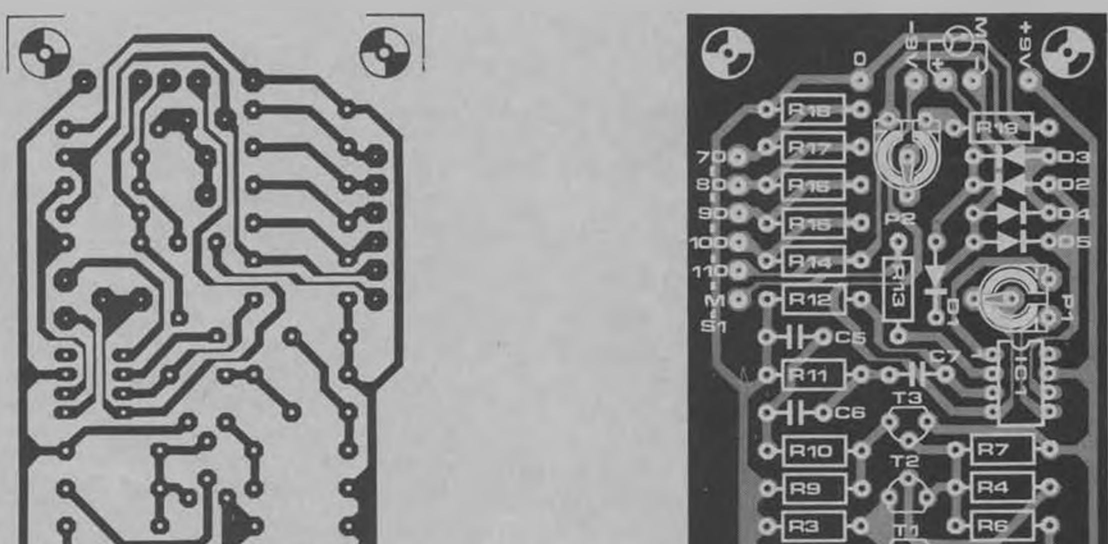
Η περιοχή του οργάνου είναι από 50dB έως 110dB. Οι χαμηλότερες στάθμες

4



Σχήμα 4. Το κυκλωματικό διάγραμμα του οργάνου μετρήσεως της πιέσεως του ήχου.

5



Σχήμα 5. Το τυπωμένο κύκλωμα του οργάνου.

δέν έχουν και τόσο ενδιαφέρον οι υψηλότερες καλύτερα να μην μετρηθούν από εσάς αυτοπροσώπως.

Το κύκλωμα

Το σχήμα 4 δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα του μετρητή. Σαν μικρόφωνο στην είσοδο μπορεί να τοποθετηθεί ο τύπος LBC 1055/00 της Φίλιπς. Αυτός ο τύπος είναι ένα μικρόφωνο χωρητικότητας που δεν χρειάζεται μεγάλη τάση λειτουργίας. Έχει ενσωματωμένο έναν ενισχυτή με FET και η χαρακτηριστική του είναι ευθύγραμμη από 100Hz μέχρι 14KHz, έχει επίσης το προτέρημα ότι και μέχρι τα 134dB δεν υπερφορτίζεται (μπουκώνει).

Το FET του μικροφώνου τροφοδοτείται με θετική τάση μέσω της R8 και C3. Τό σήμα του μικροφώνου ενισχύεται από τα T1 και T2. Η ενίσχυση είναι περίπου 20 φορές και εξαρτάται από το λόγο του R7 προς R3. Η αντίσταση εισόδου του ενισχυτή εξαρτάται από την R1 που μαζί με την ενίσχυση έχουν υπολογισθεί για αυτό τον τύπο τού μικροφώνου. Εάν χρησιμοποιηθεί άλλος τύπος τότε πρέπει να γίνουν μερικές αλλαγές.

Το σήμα περνάει μέσα από το T3 του οποίου ο εκπομπός συνδέεται με το φίλτρο A που αποτελείται από τις R10, R11, R12 και τους C5, C6, C7.

Αυτό το φίλτρο δίνει μιά καλή προσέγγιση της καμπύλης του σχήματος 3. Η τελική βαθμίδα είναι ένα συνηθισμένο κύκλωμα μετρήσεως για όργανα κινητού πηνίου με ρεύμα 1mA. Το IC1 η γεύφυρα και οι αντιστάσεις στην ανάδραση αποτελούν ένα πολύ καλό κύκλωμα βολτομέτρου εναλλασομένου (AC). Η δίοδος D1 χρησιμοποιείται για να το προστατέψει απο μεγάλα ρεύματα.

Η περιοχή μετρήσεως επιλέγεται με τον διακόπτη S1.

Η τάση πάνω στο διαιρέτη R14... R18 είναι ανάλογη προς το ρεύμα που ρέει μέσα από το όργανο. Εάν δηλαδή την ανάδραση την πάρουμε από το κάτω μέρος του διαιρέτη αυτό αντιστοιχεί σε μιά χαμηλή τάση εισόδου και επομένως και σε μιά χαμηλή κλίμακα.

Σαν όργανο κινητού πηνίου χρησιμοποιούμε ένα του 1mA μεγάλης αποσβέσεως ταλαντώσεων όπως π.χ. αυτά που δείχνουν την επιλογή στο ραδιόφωνο. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και πιό ευαίσθητο όργανο αρκεί να τού συνδέσομε παράλληλα μιά αντίσταση ώστε σε πλήρη ένδειξη να καταναλώνει 1mA. Για τη βαθμολόγηση της κλίμακας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το σχήμα 6. Η κατασκευή κατά τα λοιπά είναι αρκετά εύκολη. Το σχήμα 5 δείχνει το τυπωμένο κύκλωμα πάνω στο οποίο τοποθετούνται όλα σχεδόν τα υλικά.

Ρύθμιση

Στο κύκλωμα γίνονται δύο ρυθμίσεις. Η μία με το P1 για να αντισταθμίσουμε την τάση εισόδου τού IC1 σε ηρεμία (ofset) και η άλλη με το P2 για να βαθμονομήσουμε το όργανο.

Η πρώτη ρύθμιση είναι ένας μηδενισμός που σημαίνει ότι εάν δεν υπάρχει σήμα στην είσοδο η ένδειξη του οργάνου πρέπει να είναι μηδέν. Η διαδικασία γίνεται ως εξής: Αποσυνδέομε το μικρόφωνο γιατί υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί, έπειτα βραχυκυκλώνουμε την R1 και γυρίζουμε το διακόπτη S1 στην πιό ευαίσθητη περιοχή (70dB). Με τη μεσαία λήψη του P2 στο κέντρο ρυθμίζουμε το P1 έτσι ώστε το όργανο να δείχνει 0.

Ο καλύτερος τρόπος για να βαθμονομήσουμε το όργανο είναι να χρησιμοποιήσουμε μιά πρότυπη πηγή ήχου, ή να γίνει η βαθμονόμηση με ένα άλλο όργανο μετρήσεως πείσεως ήχου, πολύ μεγάλης ακρίβειας. Επειδή όμως τέτοια όργανα είναι δυσεύρετα θα περιγράψουμε εδώ ένα άλλο τρόπο βαθμονόμησης ο οποίος δεν είναι τόσο καλός όσο οι προηγούμενοι, μάς δίνει όμως μιά αρκετά καλή ακρίβεια. Οι κατασκευαστές των μικροφώνων δίνουν πάντα μιά στάθμη αναφοράς. Για το LBC 1055/00 μπορεί να υπολογισθεί από τα δεδομένα του κατασκευαστή ότι για 110dB, η έξοδος θα είναι 40mV ενεργός τιμή (RMS). Αυτή την τάση την εφαρμόζουμε στην είσοδο του κυκλώματος χρησιμοποιώντας για μεγαλύτερη ακρίβεια μιά βοηθητική διάταξη όπως στο σχήμα 7. Η διάταξη αυτή θα συνδεθεί πάνω στην R1 ενώ το μικρόφωνο θα είναι αποσυνδεμένο.

Εάν η γεννήτρια είναι στα 4.04V στα 1KHz τότε η έξοδος της διατάξεως θα έχει μιά στάθμη αναφοράς 40mV. Με τον διακόπτη S1 στην κλίμακα των 110dB ρυθμίζουμε το P2 ώστε το όργανο να δείξει 0 dB.

Την τροφοδοσία του κυκλώματος τη διαλέξαμε να γίνεται από μπαταρίες, επειδή η κατανάλωση είναι πολύ μικρή και επειδή μιά τροφοδοσία από το δίκτυο θα έκανε το όργανο πολύ δύσχρηστο.

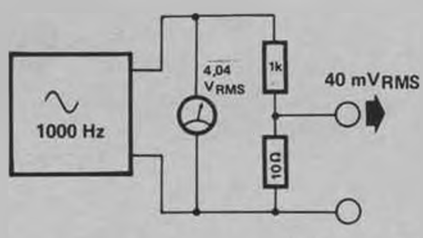
6



81072-6

Σχήμα 6: Μιά κλίμακα σε dB για το όργανο κινητού πηνίου. Η κάτω κλίμακα (από 0 έως 1) δείχνει το πραγματικό ρεύμα σε mA.

7



81072-7

Σχήμα 7: Η βοηθητική διάταξη για τη βαθμολόγηση του οργάνου.

Καταλογος υλικών

Αντιστάσεις:
R1 = 2k2
R2 = 10 k
R3 = 47 Ω
R4, R11 = 6k8
R5, R6 = 39 k
R7 = 1k2
R8 = 8k2
R9 = 470 Ω
R10, R14 = 680 Ω
R12, R13 = 100 k
R15 = 220 Ω
R16 = 68 Ω
R17 = 22 Ω
R18 = 10 Ω
R19 = 330 Ω
P1 = 10 k ρυθμιζόμενο
P2 = 5 k ρυθμιζόμενο

Πυκνωτές:
C1, C2 = 2μ2/16 V
C3, C4 = 47μ/16 V
C5, C6 = 47 n
C7 = 3n3

Ημιαγωγοί:
T1 = BC 549C
T2 = BC559C
T3 = BC547B
D1 ... D5 = 1N4148
IC1 = 741

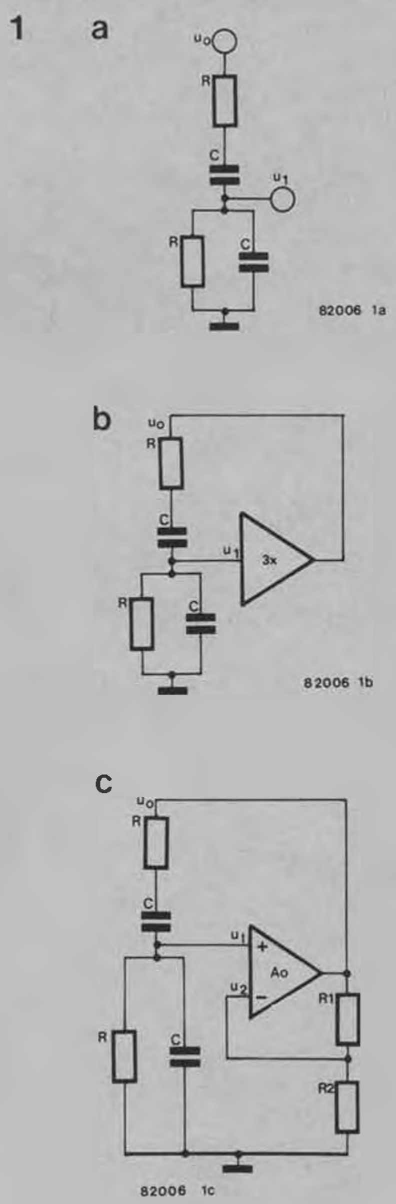
Διάφορα:
Μικρόφωνο Electret LBC 1055/00 Philips
M = όργανο κινητού πηνίου 1mA
S1 = Μονοπολικός διακόπτης πέντε θέσεων
S2 = Διπολικός διακόπτης.

Ταλαντωτής ημιτονοειδούς κύματος

με πολύ μικρή παραμόρφωση...

L. Boullart

Η κατασκευή σήμερα ενός ταλαντωτή δεν είναι τίποτα το εξαιρετικό. Ακόμα και με ένα ολοκληρωμένο μπορούμε να κατασκευάσουμε ολόκληρες γεννήτριες κυματομορφών. Η κατασκευή όμως ταλαντωτών για μετρήσεις σε συσκευές Hi Fi δεν είναι κάτι το καθημερινό.
Η κατασκευή που περιγράφεται εδώ δεν είναι μόνο πολύ απλή αλλά και το κυριότερο, η παραμόρφωση είναι μόνο 0,01%. Το εύρος ζώνης του ταλαντωτή είναι από 10Hz έως 100KHz και ο χειρισμός του είναι πολύ απλός.



Σχήμα 1. Το σχήμα δείχνει πώς από μιά γέφυρα Wien μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα ταλαντωτή. Οι τάσεις U1 και U0 είναι σε φάση μόνο για μιά συχνότητα όπου και η U1 είναι το 1/3 της U0. Εάν ενισχύσουμε τη U1 τρεις φορές και τη συνδέσουμε με την U0 (ανάδραση) τότε θα έχουμε ένα ταλαντωτή.

Είναι δύσκολο αν όχι αδύνατο ένας απλός κατασκευαστής να κάνει μετρήσεις σε συσκευές Hi Fi επειδή τα όργανα που θα χρειασθεί πρέπει να είναι μεγάλης ακριβείας και αυτό έχει σα συνέπεια το κόστος αυτών των οργάνων να είναι απλησίαστο. Η χαρακτηριστική συχνότητα ενός ενισχυτή π.χ. και η απόκριση του σε ορθογώνιους παλμούς είναι σχετικά εύκολο να μετρηθούν, εκείνο όμως που χρειάζεται όργανα μεγάλης ακριβείας για να μετρηθεί είναι η παραμόρφωση. Ένας πολύ καλός ταλαντωτής επομένως που μπορεί να κατασκευασθεί με λίγα στοιχεία στο σπίτι θα είναι πολύ χρήσιμος και για τη μέτρηση τής παραμόρφωσης αλλά και για άλλες απλές μετρήσεις και κατασκευές.

Ένας ταλαντωτής μπορεί να κατασκευασθεί με πολλούς τρόπους και κάθε τρόπος έχει τα προτερήματα και τα μειονεκτήματά του. Για χαμηλές συχνότητες όπου θέλουμε να αλλάζουμε συχνότητα η καλύτερη λύση είναι ένας ταλαντωτής Wien. Αυτός ο τύπος εκτός από τη μικρή παραμόρφωση μας δίνει και τη δυνατότητα να αλλάζουμε τη συχνότητα πολύ εύκολα με ένα ποτενσιόμετρο ή με μεταβαλόμενες χωρητικότητες. Εκτός από την ημιτονοειδή κυματομορφή που τη χρησιμοποιούμε για μετρήσεις της χαρακτηριστικής συχνότητας ή για μετρήσεις παραμορφώσεως, στο κύκλωμα έχει τοποθετηθεί και ένα Schmitt-trigger το οποίο μας δίνει στην έξοδο τετραγωνικά σήματα.

Το κύκλωμα του ταλαντωτή

Παρόλο που πολλοί αναγνώστες θα ξέρουν πώς λειτουργεί ο ταλαντωτής Wien και παρ᾽ όλο που επεξηγείται σε πολλά βιβλία θεωρήσαμε ότι δεν θα ήταν και άσχημο να τον ξαναναφέρουμε.

Το σχήμα 1a δείχνει ένα κύκλωμα που αποτελείται από δύο αντιστάσεις και δύο πυκνωτές. Αυτό το κύκλωμα είναι που προσδιορίζει τη συχνότητα ταλάντωσης. Η χαρακτηριστική συνάρτηση του κυκλώματος δημιουργείται από τις U_1/U_0. Στη συχνότητα $F = 1/(2.\pi.R.C.)$ και μόνο σε αυτή οι U_1 και U_2 είναι σε φάση.

Σε αυτή τη συχνότητα ο λόγος U_1/U_0 είναι ακριβώς 1:3. Εάν τώρα ενισχύσουμε την U_1 τρεις φορές και την έξοδο του ενισχυτή τη συνδέσουμε στο U_0 (ανάδραση) τότε θα έχουμε ένα τέλειο ταλαντωτή επειδή σε αυτή τη συχνότητα τα σήματα U_1 και U_0 είναι σε φάση). Δυστυχώς οι γνωστοί μας τελεστικοί ενισχυτές έχουν ενίσχυση πολλές χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από το 3. Ευτυχώς όμως υπάρχουν λύσεις όπως δείχνει και το σχήμα 1C που μάς δίνουν ακριβώς την ενίσχυση που θέλουμε. Ο διαιρέτης τάσεως R1, R2 έχει συνδεθεί στην είσοδο (−) του

ενισχυτή ενώ στην είσοδο (+) έχει συνδεθεί το κύκλωμα RC. Με R1 = 2R2 η ενίσχυση υπολογίζεται ως εξής:

$$Au = \frac{R1+R2}{R2} = \frac{2R2+R2}{R2} = 3$$

Αυτή είναι η θεωρητικά υπολογισμένη ενίσχυση που θα μας δώσει ένα ημιτονοειδές σήμα στην έξοδο. Στην πράξη η ενίσχυση 3 είναι πολύ κρίσιμη. Εάν γίνει λίγο μεγαλύτερη από 3 τότε το σήμα θα αυξάνει συνεχώς μέχρι να περιοριστεί από την τάση τροφοδοσίας. Ο ενισχυτής τότε θα δίνει στην έξοδο σήμα σε σχήμα ορθογωνίου παλμού.

Εάν πάλι γίνει λίγο μικρότερη από το 3 τότε δεν θα υπάρξει ταλάντωση και εάν υπάρξει προς στιγμή μετά από λίγο θα αποσβεστεί.

Πρέπει λοιπόν να υπάρξει κάποιος τρόπος περιορισμού ώστε η έξοδος να μας δώσει ένα καθαρό ημιτονοειδές σήμα και όχι τετραγωνικό παλμό.

Συνήθως ο περιορισμός γίνεται αν αντικαταστήσουμε την R1 ή R2 με μιά αντίσταση που η ομική της αξία να αλλάζει με την θερμοκρασία. Εάν λοιπόν μεγαλώσει ή τάση εξόδου τότε θα μεγαλώσει και το ρεύμα που περνά μέσα από την αντίσταση, αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να αλλάξει και η ομική της αξία. Έτσι θα μικρήνει ο βαθμός ενίσχυσης του ενισχυτή. Εάν τώρα η τάση εξόδου μικρήνει θα μικρήνει και το ρεύμα μέσα από την αντίσταση οπότε θα αλλάζει και η αξία της αντίστασης με αποτέλεσμα να μεγαλώσει η ενίσχυση. Αυτή η μέθοδος εξισορροπεί αρκετά καλά το σήμα εξόδου και το κρατάει σταθερό.

Το κυκλωματικό διάγραμμα

Το σχήμα 2 δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα του ταλαντωτή. Όπως βλέπουμε υπάρχει διαφορά από το κύκλωμα στο σχήμα 1. Εδώ ο τελεστικός ενισχυτής έχει αντικατασταθεί από τα τρανζίστορ T1, T2, T3 και T4. Το κύκλωμα εισόδου αποτελείται από το τρανζίστορ T1 και το FET T2. Για να έχουμε μιά μεγάλη ενίσχυση όταν δεν έχουμε ανάδραση διαλέξαμε το T3 να είναι Darlington. Ο συλλέκτης του T3 συνδέεται με τον αρνητικό πόλο της πηγής μέσω της πηγής ρεύματος που αποτελείται από το T4. Η γέφυρα των R και C έχει συνδεθεί στο συλλέκτη τού T3 και στη βάση του T1. Για την ομαλή επιλογή της συχνότητας έχει επιλεγεί ένα λογαριθμικό ποτενσιόμετρο σαν αυτά που χρησιμοποιούνται στα στερεοφωνικά. Ο διακόπτης S1 επιλέγει την περιοχή συχνοτήτων με αλλαγή των πυκνωτών. Υπάρχουν τέσσερις περιοχές με ένα ολικό εύρος ζώνης από 10Hz έως 100KHz.

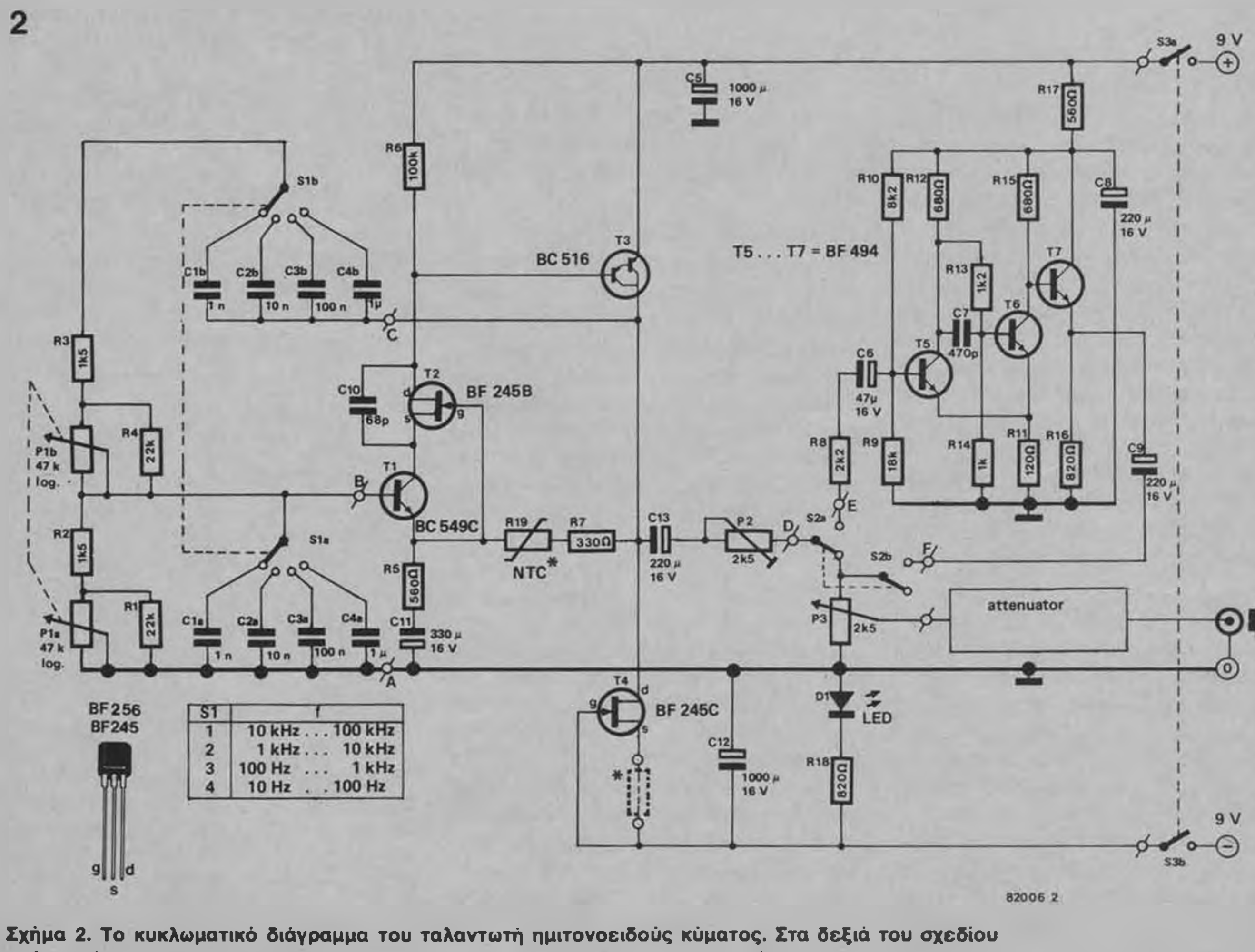
Το πλάτος του σήματος σταθεροποιείται με την NTC αντίσταση R19.

Η ομική αξία αυτής της αντιστάσεως είναι 1,5KΩ στους 25 βαθμούς. Η τάση εξόδου είναι 1,5V ενεργός τιμή (R.M.S.). Αυτός ο τύπος αντιστάσεως NTC δεν πρέπει με κανένα τρόπο να αλλαχθεί με άλλο γιατί αλλοιώς θα έχουμε μεγάλη παραμόρφωση. Αυτή η αντίσταση είναι σε θήκη από γιαλί και η απορροφούμενη ισχύς της είναι 20mW. Το τελευταίο είναι πολύ σοβαρό γιατί όταν περνά ρεύμα από μέσα της πρέπει να την θερμαίνει.

Το σήμα εξόδου απο το C13 και το P2 (που ρυθμίζει τη στάθμη εξόδου) φθάνει στο P3. Μετά από το P3 εισέρχεται σε ένα κύκλωμα αποσβέσεως. Οι λεπτομέρειες του κυκλώματος φαίνονται στο σχ. 3. Ο διακόπτης S2 παρεμβάλει μεταξύ ακροδέκτη εξόδου και ταλαντωτή έναν Schmitt -trigger ο οποίος μας δίνει ορθογώνιο παλμό.

Το κύκλωμα Schimitt-trigger αποτελείται από τα τρανζίστορ T5, T6 και T7 μαζί με τα άλλα στοιχεία που έχουν συνδεθεί γύρω απ' αυτά. Το κύκλωμα αυτό είναι αρκετά γνωστό και έχει το προτέρημα ότι οι τετραγωνικοί παλμοί του είναι τελείως καθαροί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συστήματα ήχου υψηλής πιστότητας. Το μόνο μειονέκτημα είναι ότι ο λόγος

2

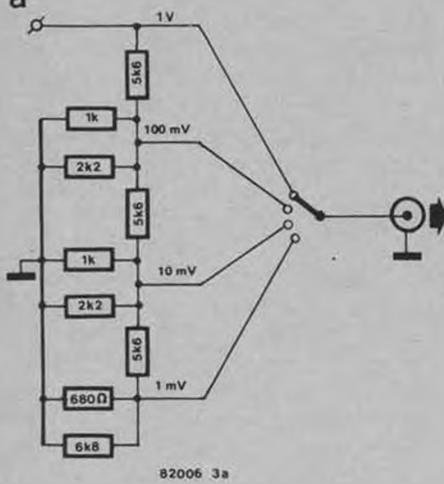


S1	f
1	10 kHz . . . 100 kHz
2	1 kHz . . . 10 kHz
3	100 Hz . . . 1 kHz
4	10 Hz . . . 100 Hz

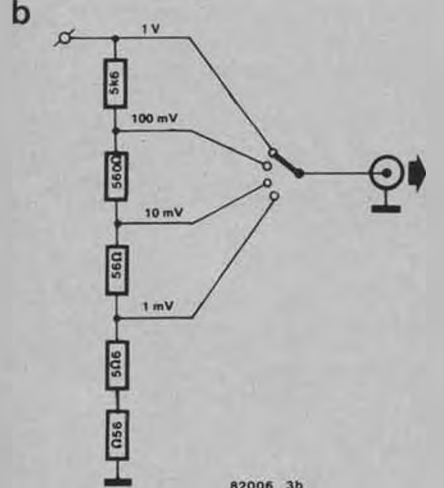
Σχήμα 2. Το κυκλωματικό διάγραμμα του ταλαντωτή ημιτονοειδούς κύματος. Στα δεξιά του σχεδίου υπάρχει ένας Schmitt - trigger για τετραγωνικούς παλμούς. Το κύκλωμα αποσβέσεως είναι στο σχήμα 3.

3

a

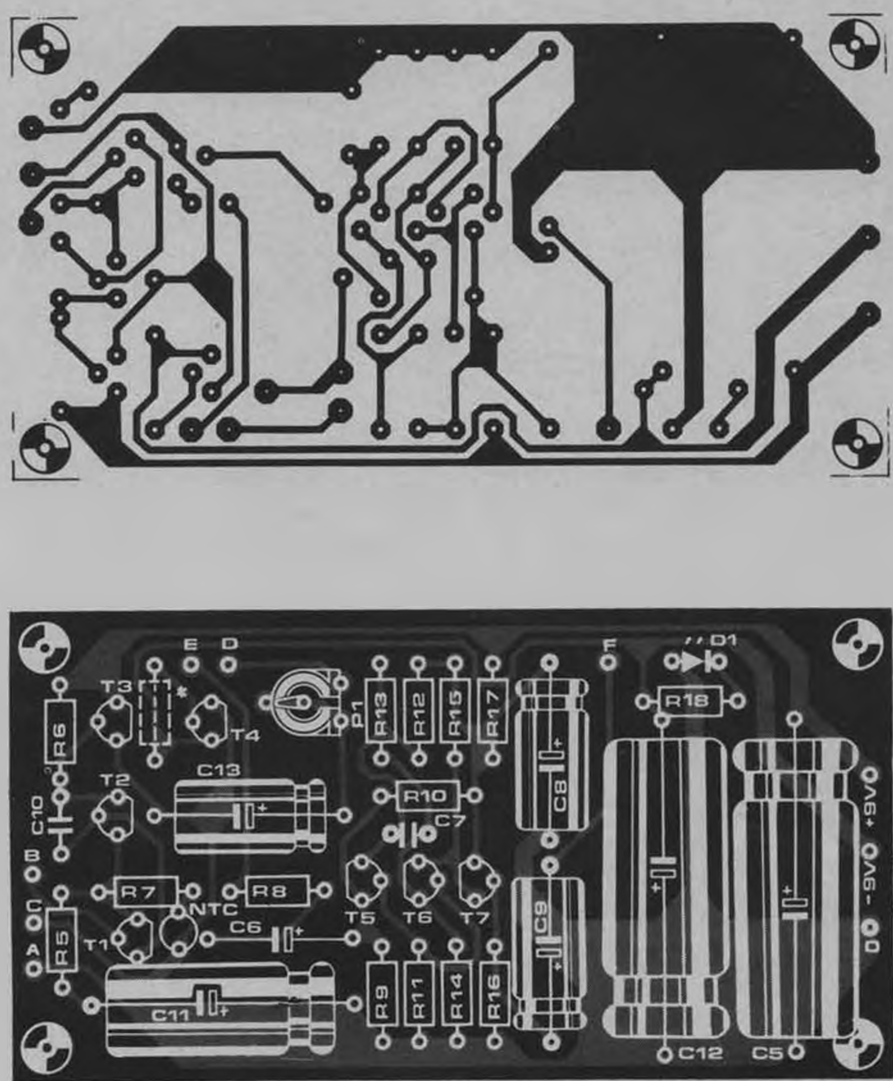


b



Σχήμα 3. Δύο διαφορετικοί τρόποι για να κατασκευάσουμε το κύκλωμα αποσβέσεως. Ο πρώτος έχει μιά σταθερή αντίσταση εξόδου 565Ω (εκτός για την έξοδο 1V). Ενώ τού δεύτερου η αντίσταση δεν είναι σταθερή. Ο τελευταίος όμως τρόπος είναι πολύ πιό απλός.

4



Σχήμα 4. Το τυπωμένο κύκλωμα του ταλαντωτή

διαρκείας θετικού προς αρνητικό παλμό εξαρτάται μέχρις ενός σημείου από την τάση τροφοδοσίας. Αυτό όμως δεν είναι σπουδαίο για εφαρμογές του τύπου που αναφέραμε προηγουμένως.

Το σχήμα 3 δείχνει τα δύο κυκλώματα αποσβέσεως. Συνήθως οι γεννήτριες ακουστικών συχνοτήτων έχουν μιά έξοδο των 600Ω. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε με το κύκλωμα 3a. Εάν όμως κάποιος δεν ενδιαφέρεται για τα 600Ω αντίσταση εξόδου τότε μπορεί να χρησιμοποιήσει το πολύ απλό κύκλωμα του σχήματος 3b. Η αντίσταση εξόδου αυτού του κυκλώματος είναι γύρω στα 565. Μόνο για μεγάλη τάση εξόδου η αντίσταση εξόδου μπορεί να αλλάξει, από 0 έως 5ΚΩ ανάλογα με τη θέση των P2 και P3.

Η δίοδος φωτοεκπομπής D1 δείχνει πότε ενεργοποιείται ο ταλαντωτής. Ταυτόχρονα όμως η D1 ρυθμίζει το ρεύμα τροφοδοσίας ώστε να είναι ίσο και από τη θετική και από την αρνητική πηγή. Σάν η τροφοδοσία γίνεται από μπαταρία. (Το ρεύμα μέσα από την δίοδο έχει επιλεγεί ίσο με το ρεύμα του Schmitt-trigger).

Κατασκευή και ρύθμιση

Τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή θα πρέπει να τα διαλέξουμε προσεκτικά, εάν θέλουμε να έχουμε πολύ χαμηλή παραμόρφωση. Οι R5, R6 και R7 πρέπει να είναι μεταλλικού φιλμ 1%. Το P1 πρέπει να είναι καλής ποιότητας στερεοφωνικού τύπου. Οι πυκνωτές C1, C2, C3 και C4 πρέπει να είναι και αυτοί 1%. Αυτές οι ανοχές δεν είναι αναγκαίες εάν δεν χρειαζόμαστε κλίμακα ακριβείας για κάθε περιοχή. Το T1 πρέπει να έχει χαμηλό θόρυβο. Όταν έχει κατασκευασθεί το κύκλωμα πρεπει να μετρηθεί η τάση του T2. Το ρεύμα μέσα από το τρανζίστορ πρέπει να είναι 12μA για μιά τάση -3V μεταξύ g και S. Για αυτό το λόγο θα ήταν καλό να τοποθετηθεί πάνω σε βάση.

Πάνω στο τυπωμένο κύκλωμα δεν υπάρχουν τα στοιχεία που καθορίζουν την συχνότητα και συνδέονται στα σημεία A, B και C όπως και ο διακόπτης S2 μαζί με το ποτενσιόμετρο P3 και το κύκλωμα αποσβέσεως. Οι πυκνωτές εισόδου συνδέονται πάνω στο διακόπτη S1 οι δε αντιστάσεις R1 έως R4 στο στερεοφωνικό ποτενσιόμετρο. Το τμήμα αυτό συν-

Κατάλογος υλικών

R1, R4 = 22k
R2, R3 = 1k5
R5, = 560Ω
R6 = 100 k
R7 = 330 Ω
R8 = 2k2
R9 = 18 k
R10 = 8k2
R11 = 120 Ω
R12, R15 = 680 Ω
R13 = 1k2
R14 = 1 k
R16, R18 = 820 Ω
R17 = 560 Ω
R19 = NTC 1k5 στους 25° C Philips τύπος 232231152
P1 = 47 k λογαριθμικό στερεοφωνικού τύπου
P2 = 2 k5 ρυθμιζόμενο
P3 = 2 k 5 ποτενσιόμετρο απλά.

Πυκνωτές:
C1a C1b = 1 n
C2a, C2b = 10 n
C3a, C3b = 100 n
C4a, C4b = 1μ (μη ηλεκτρολυτικός τύπος)
C5, C12 = 1000μ/16V
C7 = 470p
C8, C9, C13 = 220μ/16V
C10 = 68p
C11 = 330μ/16V

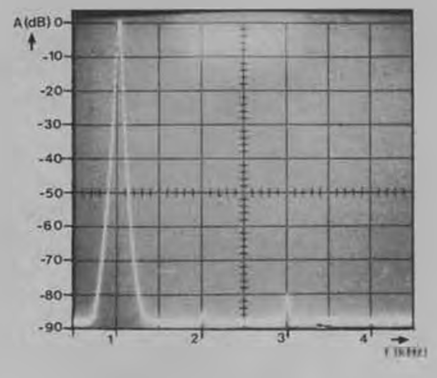
Ημιαγωγοί:
D1 = LED
T1 = BC 549C, BC 550C
T2 = BF 245B, BF 256B
T3 = BC 516
T4 = BF 245 C
T5, T6, T7 = BF 494

Διάφορα:
S1 = διπολικός τεσσάρων θέσεων
S2 = διπολικός μεταγωγικός
S3 = διπολικός διακόπτης

δέεται με τρία κοντά καλώδια στο τυπωμένο. Στα σημεία D, E και F συνδέεται ο διακόπτης S2 και το ποτενσιόμετρο P3. Τέλος οι αντιστάσεις του κυκλώματος αποσβέσεως συνδέονται κατ᾽ εθείαν πάνω στο διακόπτη. Ο διακόπτης S3 είναι για την τροφοδοσία.

Η τροφοδοσία μπορεί να γίνει με ένα απλό τροφοδοτικό που θα αποτελείται από ένα μετασχηματιστή ένα ανορθωτικό ένα ή δύο ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές και ένα σταθεροποιητή τάσεως. Το ρεύμα που καταναλώνεται είναι 23mA.

Επειδή το ρεύμα είναι πολύ μικρό μπορούμε να τροφοδοτήσουμε το κύκλωμα από τέσσερις μπαταρίες των 4,5V. Ο χρόνος λειτουργείας του μπορεί να φθάσει από 100 έως 200 ώρες.



Φωτογραφία 1. Η φωτογραφία δείχνει το φάσμα του ταλαντωτή στα 1KHZ. Η πρώτη μεγάλη αιχμή είναι το σήμα. Η πρώτη άρτια αρμονική έχει στάθμη −85dB ή παραμόρφωση 0,01%.

Το σχήμα 4 δείχνει το τυπωμένο κύκλωμα για τον ταλαντωτή. Πλάι στο T3 έχει σχεδιασθεί μιά αντίσταση με διακεκομένες γραμμές.

Πριν λειτουργήσει το κύκλωμα βάζουμε στη θέση της αντιστάσεως ένα αμπερόμετρο. Όταν συνδέσουμε το κύκλωμα στο τροφοδοτικό τότε το αμπερόμετρο πρέπει να δείξει 15mA DC. Εάν το ρεύμα είναι μεγαλύτερο τότε πρέπει να συνδέσουμε μιά αντίσταση σε σειρά με το αμπερόμετρο ώστε το ρεύμα να κατέβει στα 15mA, μετά τοποθετούμε την αντίσταση στη θεση της γέφυρας.

Η μέτρηση της τάσεως στο T2 γίνεται μεταξύ S και g. Για το ρεύμα συνδέομε το πολύμετρο στο d. Για να έχουμε τα μεγέθη VGS = − 3V και Id = 12μA πρέπει να δοκιμάσουμε μερικά τρανζίστορ των τύπων BF 245B ή BF 256B και από αυτά να διαλέξουμε αυτό που μάς δίνει τα πάρα πάνω μεγέθη.

Όταν έχουμε τελειώσει με όλα αυτά τότε πρέπει να μετρήσουμε την τάση εξόδου στο σημείο συνδέσεως της R7 με τον C13 το μέγεθος της οποίας πρέπει να είναι περίπου 1,5VRMS. Εάν χρειασθεί μπορούμε αλλάζοντας λίγο την R7 να αλλάξουμε και την τάση εξόδου. Μετά ρυθμίζουμε το P2 έτσι ώστε στην μεσαία λήψη του P3 (την οποία την έχουμε γυρίσει τελείως προς τη φορά των δεικτών του ωρολογίου) να έχουμε τάση 1VRMS Από το κύκλωμα αποσβέσεως μπορούμε να πάρουμε 100mV, 10mV και 1mV. Οι τάσεις αυτές μπορούν να μικρήνουν και άλλο με την βοήθεια του ποτενσιόμετρου.

Εάν ο τετραγωνικός παλμός φαίνεται πάνω στο παλμογράφο μη συμμετρικός τότε πρέπει να αλλάξουμε την R8. Τέλος για να κρατήσουμε το πλάτος του σήματος σταθερό καλύπτουμε την NTC με αφρώδες ελαστικό ή κάτι παρόμοιο.

Η ποιότητα

Αυτό το κύκλωμα είναι ένα τέλειο παράδειγμα για το πώς μπορεί να κατασκευασθεί ένα κύκλωμα πάρα πολύ καλής ποιότητας χωρίς να χρησιμοποιηθεί ένα πλήθος ολοκληρωμένα ή άλλα σπάνια υλικά. Ο κατασκευαστής πρέπει μόνο να προσέχει ώστε τα στοιχεία που θα διαλέξει να είναι πρώτης διαλογής. Το αποτέλεσμα θα είναι ένα μικρό όργανο με πάρα πολύ καλές ιδιότητες. Ο μελετητής αυτής της κατασκευής απέδειξε σε ένα πρωτότυπο ότι είναι εύκολο να έχουμε μιά παραμόρφωση της τάξεως των 0,1% στα 1KHz και απέδειξε επίσης ότι με λίγη προσοχή η στάθμη της παραμόρφωσης μπορεί να κατέβει και μέχρι τα 0,0014% στα 1KHz. Το εύρος ζώνης της συχνότητας καλύπτει την περιοχή από 10HZ έως 100KHZ με μιά διακύμανση 0,15dB. Αυτά τα μεγέθη για ένα τέτοιο όργανο είναι πάρα πολύ καλά. Εάν και αυτά δέν είναι αρκετά για να μετρηθεί ένας ενισχυτής ακουστικών, τότε ο ενισχυτής αυτός είναι τόσο καλής ποιότητας ώστε δεν έχουν πλέον καμιά σημασία η οποιεσδήποτε μετρήσεις.

Συχνόμετρο με οθόνη υγρών κρυστάλλων LCD

Ενα όργανο με μεγάλες αποδόσεις

Σε τούτο το άρθρο περιγράφεται ένα ασυνήθιστα απλό όργανο με πάρα πολύ καλές αποδόσεις. Η απεικόνιση της συχνότητας γίνεται με υγρούς κρυστάλλους LCD. Έχει δύο περιοχές, η μιά μέχρι 4MHz και η δεύτερη μέχρι 35MHz. Ο μετρητής μπορεί να λειτουργήσει και με μπαταρία ο δε όγκος δεν είναι μεγαλύτερος από ένα μικρό ψηφιακό πολύμετρο.



Το κύριο στοιχείο αυτού του οργάνου είναι η μονάδα FM77T τής Thurldy Electromics.

Η μονάδα αυτή έχει διαστάσεις μόνο 60X33X10 χιλ. και είναι σχεδόν ένα πλήρες ψηφιακό συχνόμετρο.

Έχει ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα τεχνολογίας CMOSLSI και ένα κρυσταλλικό ταλαντωτή 6,5536 MHz μπορεί δε να μετρήσει μέχρι 4MHz. Με βάση αυτή την μονάδα κατασκευάσαμε ένα συχνόμετρο τσέπης που μετρά μέχρι 35MHz.

Με την ίδια μονάδα κατασκευάσαμε και άλλο συχνόμετρο μέχρι 150MHz όπως και ένα μετρητή χωρητικοτήτων.

Αυτές τις κατασκευές ίσως τις δημοσιεύσουμε σε άλλα τεύχη όπως και ένα κύκλωμα για μετρήσεις από 2Hz.

Η βασική μονάδα

Επειδή η βασική μονάδα τού συχνόμετρου είναι η FM77T, καλό θα ήταν να εξετάσουμε με περισσότερη προσοχή τις δυνατότητές της.

Ο μετρητής των 4MHz έχει μιά συχνότητα 10 μετρήσεων το δευτερόλεπτο. Η ίδια μονάδα είναι κατάλληλη και για ψηφιακή ένδειξη σε ένα ραδιοφωνικό δέκτη. Εάν συνδεθεί στον δέκτη τότε δείχνει τη συχνότητα λήψης, μετρώντας τη συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή. Υπάρχει η δυνατότητα για 26 διαφορετικές ενδιάμεσες συχνότητες.

Η απεικόνιση γίνεται με τη βοήθεια υγρών κρυστάλλων. Οι δυνατότητές της είναι πέντε ψηφία, οι αναγραφές KHz MHZ και LW, καθώς και τα αναγκαία κόματα.

Η μονάδα έχει δύο εισόδους ελέγχου. Με την μία έχουμε τη δυνατότητα να σταματήσουμε και να «κρατήσουμε» την αναγραφόμενη ένδειξη. Και με την άλλη να την σβήσουμε και επομένως να τη μηδενίσουμε.

Η μέγιστη απεικόνιση είναι 39999, ο μετρητής όμως δείχνει και υπερχείλιση (overflow) οπότε η σωστή μέτρηση είναι η ένδειξη τού οργάνου συν 40.000. Επομένως η ένδειξη τού οργάνου για τα πραγματικά 5,9 MHz θα είναι 1,9MHz. Η μονάδα λειτουργεί από 4,75V έως 7V και η κατανάλωση ρεύματος είναι περίπου 1mA. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται κατά τη σύνδεση τής τροφοδοσίας. Εάν κατά λάθος συνδεθούν οι πόλοι αντίστροφα τότε, αυτό θα είναι και το τέλος τής μονάδας.

Το βασικό συχνόμετρο

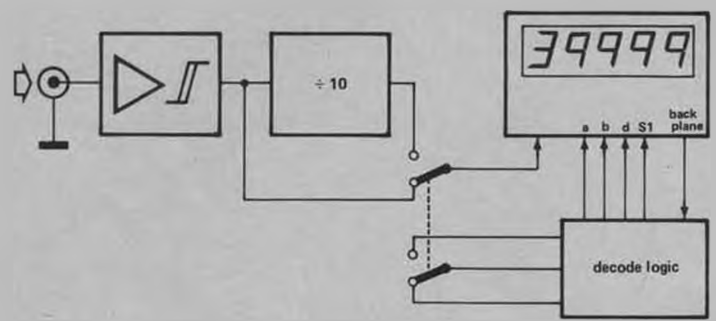
Όπως αναφέραμε η βασική μονάδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συχνόμετρο μέχρι 4MHz ενώ έχουμε τη δυνατότητα να το χρησιμοποιήσουμε και στα 35MHz με τη βοήθεια άλλων κυκλωμάτων (μπορούμε να φθάσουμε μέχρι και 40MHz αλλά για αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή). Τα τεχνικά δεδομένα αναγράφονται στον πίνακα 1. Η αλλαγή από KHz σε MHz γίνεται αυτόματα όπως και η μεταφορά του κόματος. Η στάθμη εισόδου μπορεί να κυμανθεί από τα 30μV έως τα 50V ενεργού τιμής.

Πίνακας 1

Τεχνικά χαρακτηριστικά τού συχνόμετρου

Περιοχή συχνότητας 1	2KHz..... 3,999MHz
Ευαισθησία εισόδου	39mV ενεργός τιμή
Περιοχή συχνότητας 2	100KHz... 39,999MHz
Ευαισθησία εισόδου	80mV 100KHz... 20MHz 150MV 20MHz... 30MHz 450mV 30MHz... 35MHz 900mV 35MHz... 40MHz
Μέγιστη τάση εισόδου	50V ενεργός τιμή
Αντίσταση εισόδου	1MΩ/10pF για Vin < 700mV
Ρυθμίσεις	Δεν χρειάζονται
Τροφοδοσία	Μπαταρία 9V εξωτερική τάση 8... 12V εναλασσόμενο
Κατανάλωση ρεύματος	40mA max
Αυτόματη μεταφορά τού κόματος	
Αυτόματη ένδειξη KHz ή MHz	

1



Σχήμα ῶ. Το σχηματικό διάγραμμα του συχνόμετρου.

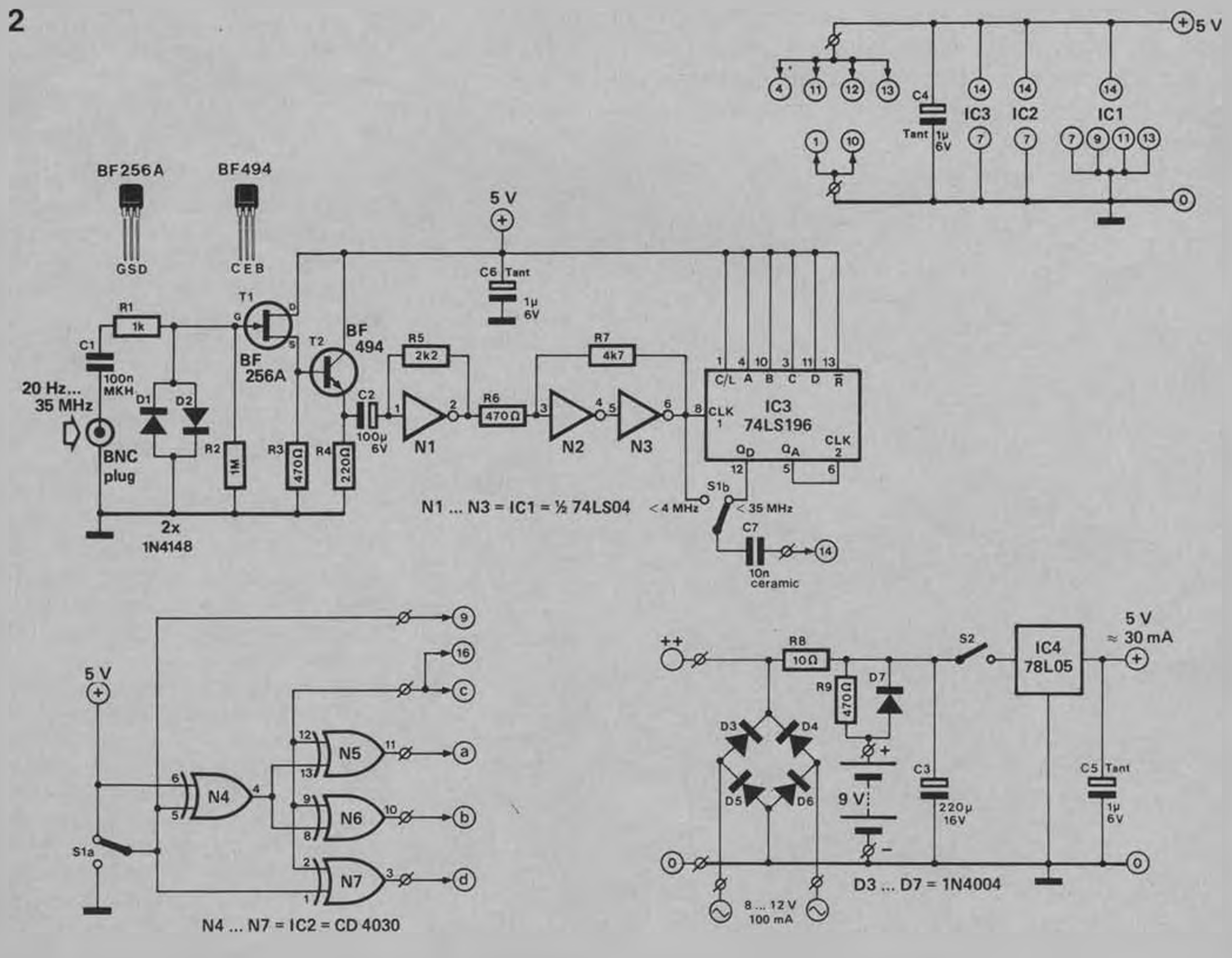
Το σχηματικό διάγραμμα

Το σχηματικό διάγραμμα στο σχήμα 1 δείχνει πόσο απλό είναι στην κατασκευή του το συχνόμετρο. Μετά τον προενισχυτή έχουμε έναν διαιρέτη (δια 10), ο οποίος μάς δίνει τη δυνατότητα να αυξήσουμε τη συχνότητα μετρήσεως από 4MHz στα 35MHz. Με τη βοήθεια τού διακόπτη S1b γεφυρώνουμε το διαιρέτη και έτσι η περιοχή αυξάνεται από 3999,9 KHz σε 39,999MHz (στην πράξη μέχρι 35MHz). Η αυτόματη μεταφορά τού κόματος όπως και η αλλαγή των KHz σε MHz γίνεται με τη βοήθεια ενός λογικού κυκλώματος.

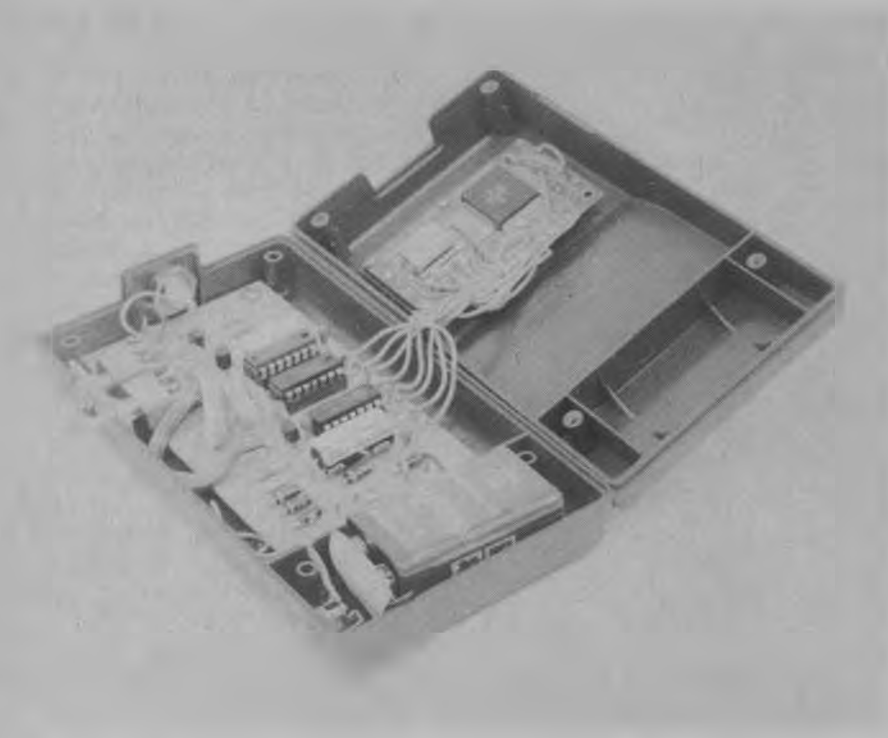
Το κύκλωμα

Οπως φαίνεται στο σχήμα 2 για να κατασκευάσουμε το συχνόμετρο χρειαζόμαστε πολύ λίγα στοιχεία. Οι δύο δίοδοι D_1 και D_2 προστατεύουν το κύκλωμα από μεγάλες τάσεις εισόδου μέχρι και 50V. Ο ενισχυτής ρεύματος με τους T1 και T2 χρησιμοποιείται εκτός από ενισχυτής και για να αυξήσει την αντίσταση εισόδου (πάνω από 1MΩ). Αυτή η αντίσταση υπάρχει βέβαια μόνο όταν δεν άγουν οι δίοδοι D_1 ή D_2, δηλαδή όταν οι τάσεις εισόδου δεν υπερβαί-

2

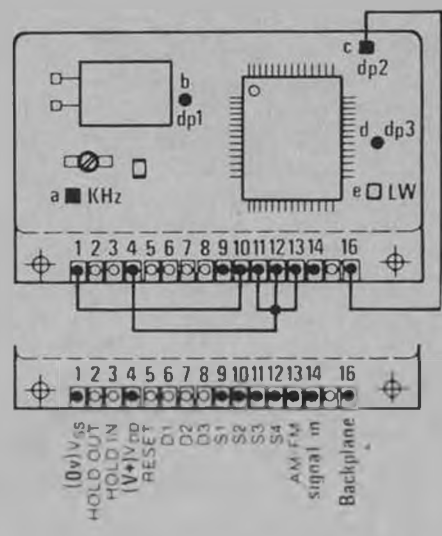


Σχήμα 2. Το κυκλωματικό διάγραμμα του συχνόμετρου. Οι αριθμοί μέσα στους κύκλους δείχνουν τα αντίστοιχα σημεία συνδέσεως με τη μονάδα.



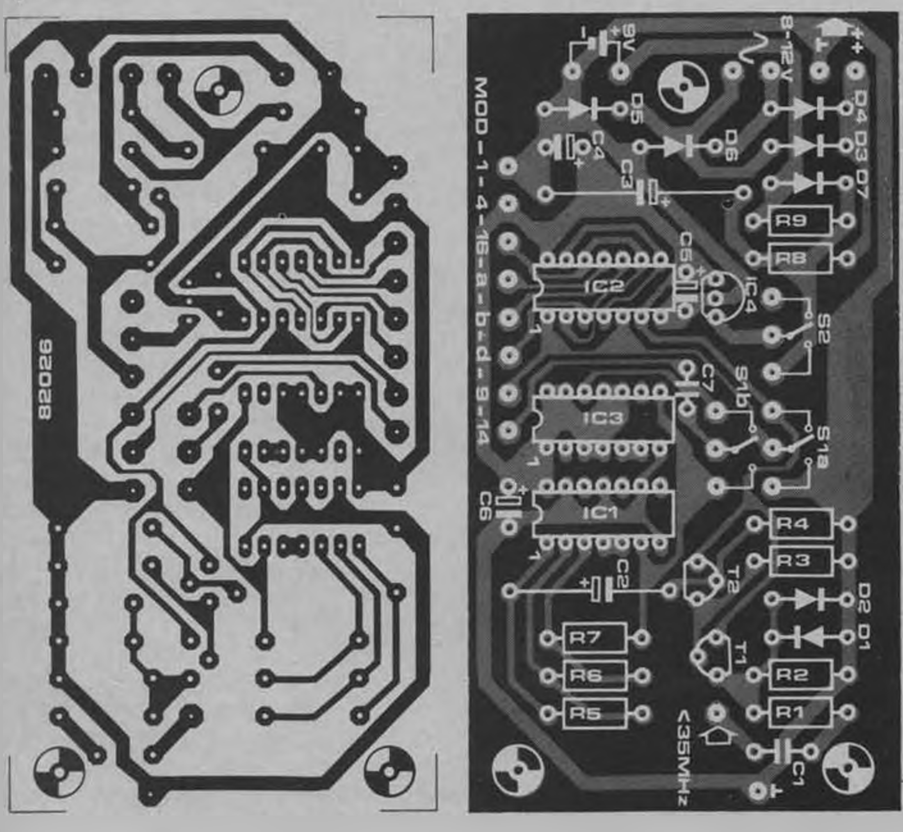
Φωτογραφία: Το όλο συχνόμετρο μέσα σε μιά θήκη Vero 652996H.

3



Σχήμα 3. Η βασική μονάδα του συχνόμετρου. Οι συνδέσεις πρέπει να γίνουν κατά την κατασκευή.

4



Κατάλογος υλικών

Αντιστασεις:
R1 = 1 κ
R2 = 1 M
R3, R6, R9 = 470 Ω
R5 = 2κ2
R7 = 4κ7
R8 = 10 Ω

Πυκνωτές
C1 = 100 n MKH
C2 = 100 μ/6V
C3 = 220 μ/16V
C4...C6 = 1 μ/6V ταντάλιου
C7 = 10n κεραμικός

Ημιαγωγοί
T1 = BF256A (όχι B ή C)
T2 = BF 494
IC1 = 74LS04
IC2 = 4030
IC3 = 74LS196
IC4 = 78L05
D1, D2 = 1N4148
D3... D7 = 1N4004

Διάφορα
S1a, b = Διπολικός μεταγωγικός διακόπτης
S2 = απλός διακόπτης
BNC = υποδοχή βύσματος για βύσμα 3,5χιλ.
Θήκη = 65-2996H τής Vero
Βασική μονάδα = FM 77T τής Thurlby Electronics,

νουν τα 700mV. Μετά τους T1 και T2 ακολουθεί ο ενισχυτής N1 που στην πραγματικότητα είναι ένας αναστροφέας T.T.L. Το σήμα μετά την έξοδο από τον N1 εισέρχεται στους N2 και N3 όπου και μετατρέπεται σε ορθογώνιο παλμό για να μπορεί να επεξεργασθεί από το υπόλοιπο κύκλωμα. Το επόμενο στοιχείο είναι ο διαιρέτης δια 10 που μπορεί να γεφυρωθεί από το διακόπτη S1b και έτσι να επιλέγει ή την περιοχή των 4MHz ή των 35MHz. Οι πύλες από N4 έως N7 χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά τού κόματος και για την αλλαγή τής ένδειξης από KHz σε MHz και αντίστροφα.

Η τροφοδοσία μπορεί να γίνει με αρκετούς τρόπους. Εάν χρησιμοποιήσουμε απλή μπαταρία των 9V τότε δε χρειαζόμαστε την αντίσταση R9. Ο χρόνος λειτουργίας σε αυτή την περίπτωση είναι περίπου 6 ώρες. Εάν χρησιμοποιήσουμε μπαταρίες νικελίου - καδμίου τότε η R9 είναι αναγκαία επειδή η φόρτιση γίνεται από μιά εξωτερική εναλλασόμενη τάση 8V έως 12V. Το μέγεθος της R9 εξαρτάται από τα mAh τής μπαταρίας και υπολογίζεται σύμφωνα με το ρεύμα φορτίσεως το οποίο πρέπει να είναι το 0,1 σε mA τού συνόλου των mAh. Η αντίσταση R8 προστατεύει τον σταθεροποιητή τάσεως 78L05 από μεγάλες τάσεις εισόδου, δημιουργώντας μιά με τον 78L05 έναν διαιρέτη.

Η κατασκευή

Η κατασκευή τού συχνόμετρου είναι αρκετά απλή και δεν χρειάζεται ειδική δεξιοτεχνία. Η ιδανική θήκη για το όργανο είναι ο τύπος 65 2996Η τής Vero, είναι όμως δυνατόν να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε άλλη θήκη με κανονικές διαστάσεις. Σε αυτή την περίπτωση θα χρειασθούμε μόνο λίγο περισσότερη εργασία. Εάν χρησιμοποιήσουμε την πάρα πάνω αναφερόμενη θήκη θα πρέπει να τοποθετήσουμε τα στοιχεία με μεγάλη προσοχή ώστε να μην πιάνουμε πολύ χώρο. Για τις συνδέσεις τού FM77T με το υπόλοιπο κύκλωμα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε λεπτό εύκαμπτο καλώδιο. Τούς δύο διακόπτες τους τοποθετούμε προσεκτικά πάνω σε μιά μικρή πλάκα από εποξυδικό ή βακελίτη και τους στερεώνουμε στο κάτω μέρος τής θήκης με μερικές σταγόνες καλής κόλλας. Μερικές σταγόνες τής ίδιας κόλλας θα χρησιμοποιήσουμε και για τη στερέωση τής μονάδας FM77T. Το τυπωμένο κύκλωμα το βιδώνουμε στις υποδοχές που υπάρχουν για αυτό το λόγο. Στην πάνω πλευρά τού κάτω μέρους τής θήκης τοποθετείται μιά είσοδος BNC. Για την μπαταρία υπάρχει ξεχωριστός χώρος στο κάτω μέρος. Στον ίδιο χώρο μπορεί να τοποθετηθεί και μιά υποδοχή για το βίσμα εξωτερικού τροφοδοτικού. Προσοχή στο κλείσιμο τής θήκης. Εάν έχουν γίνει όλα αυτά το συχνόμετρο είναι έτοιμο για να χρησιμοποιηθεί χωρίς καμιά άλλη ρύθμιση.

Ενα γενικό τροφοδοτικό

Ενας που ασχολείται με ηλεκτρονικά το πρώτο που θα χρειασθεί είναι ένα τροφοδοτικό. Το τροφοδοτικό που περιγράφουμε εδώ είναι ένα απλό γενικό τροφοδοτικό ρυθμιζόμενο από 0 έως 20V με 2A έξοδο.

τάση εξόδου:	0 ... 20V ρύθμιση χονδρική και μικρομετρική
ρεύμα εξόδου:	2A μέγιστο
ρεύμα βραχυκυκλώματος:	2,3A
κυμάτωση:	1mV σε πλήρες φορτίο

Η κατασκευή ενός ρυθμιζόμενου τροφοδοτικού είναι δυνατό να γίνει με πολλούς τρόπους. Ο πιό απλός τρόπος είναι να αγοράσουμε έναν σταθεροποιητή τάσεως σε μορφή ολοκληρωμένου και ο πιό δύσκολος είναι να χρησιμοποιήσουμε ξεχωριστά τρανζίστορ διόδους κλπ. για το κύκλωμά μας. Ο πρώτος τρόπος είναι βέβαια και ο καλύτερος αλλά μέχρι ενός σημείου και το σημείο αυτό εμφανίζεται όταν χρειασθούμε μερικά αμπερ. Όχι ότι δεν υπάρχουν σταθεροποιητές τάσεως που να δίνουν 2 έως 2,5A αλλά το κόστος τους για αυτές τις περιοχές είναι αρκετά μεγάλο.

Η λύση που περιγράφουμε εδώ είναι μιά ενδιάμεση λύση. Κατασκευάσαμε ένα αρκετά απλό και οικονομικό κύλωμα με πολύ καλές προδιαγραφές.

Για την κατασκευή μας διαλέξαμε δύο κοινούς και οικονομικούς σταθεροποιητές τάσεως σε συνδυασμό με μερικά πολύ οικονομικά τρανζίστορ ισχύος. Με τα ολοκληρωμένα παίρνουμε χωρίς καθόλου δυσκολίες μιά ρυθμιζόμενη σταθεροποιημένη τάση ενώ τα τρανζίστορ μας δίνουν την ένταση που χρειαζόμαστε.

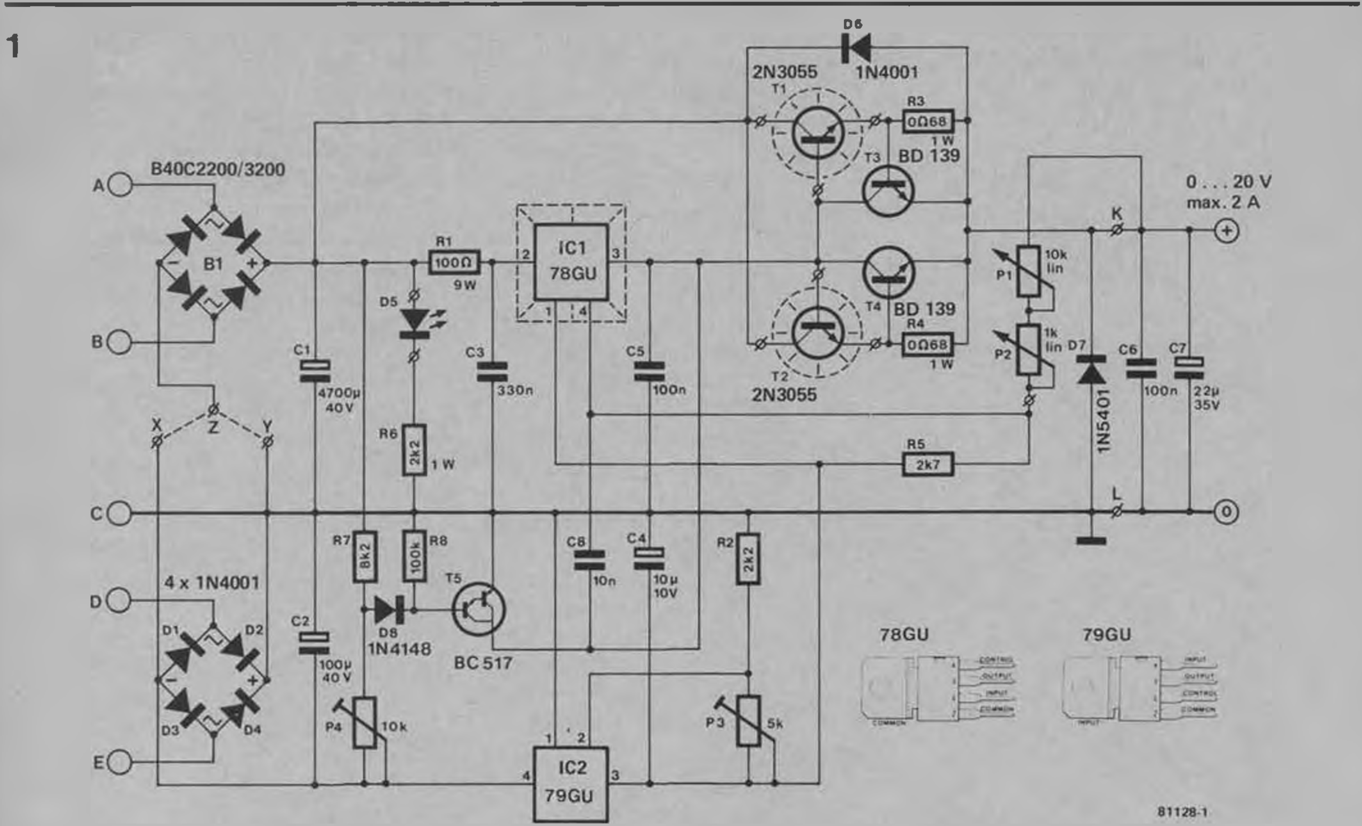
Επειδή η τάση τροφοδοσίας για τα περισσότερα κυκλώματα δεν είναι μεγαλύτερη από 18 έως 20V για αυτό το λόγο βάλαμε σαν ανώτατο όριο 20V. Εάν χρειασθούμε μεγαλύτερη τάση τότε μπορούμε να συνδέσουμε δύο τροφοδοτικά σε σειρά. Επειδή πολλές φορές στις κατασκευές έχουμε δύο διαφορετικές τάσεις συνήθως θετική και αρνητική για αυτό το λόγο πολύ συχνά για πειραματισμούς δύο τροφοδοτικά είναι απόλυτα αναγκαία.

Το κάτω όριο του τροφοδοτικού είναι πράγματι 0V, μιά λεπτομέρεια που αξίζει να σημειωθεί γιατί σε πολλά τροφοδοτικά η τάση δεν κατεβαίνει κάτω από τα 1,5V. Λόγω της μεγάλης περιοχής υπάρχει μιά χονδρική και μιά μικρομετρική ρύθμιση της τάσεως εξόδου. Επειδή το τροφοδοτικό θα χρησιμοποιηθεί για πειραματισμούς η ηλεκτρονική ασφάλεια είναι κάτι το αυτονόητο.

Το τροφοδοτικό δεν έχει ρύθμιση ρεύματος γιατί γιά αυτό χρειάζεται μιά κάπως πιό σύνθετη κατασκευή, και η πείρα μας έχει δείξει ότι αυτή η ρύθμιση δεν χρησιμοποιείται σχεδόν ποτέ.

Το μέγιστο ρεύμα εξόδου είναι 2A. Η κυμάτωση είναι μικρότερη του 1mV για οποιαδήποτε τάση ή ένταση εξόδου του τροφοδοτικού. Τούτο οφείλεται στην πολύ καλή απόσβεση κυμάτωσης των δύο ολοκληρωμένων.

1



Σχήμα 1. Το κυκλωματικό διάγραμμα του τροφοδοτικού. Το IC1 είναι ο κύριος ρυθμιστής. Το IC2 δημιουργεί την αρνητική τάση που χρειάζεται για να πάρουμε στην έξοδο 0V.

Το κυκλωματικό διάγραμμα

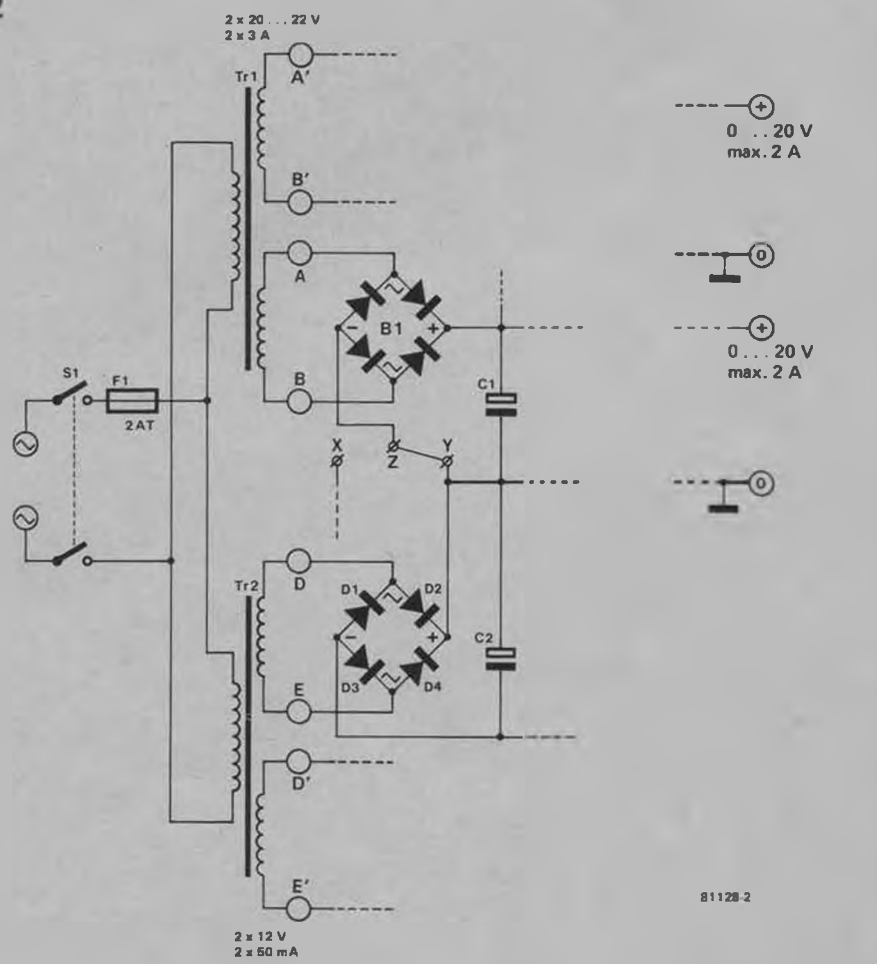
Το σχήμα 1 δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα του τροφοδοτικού. Από αυτό μπορούμε να δούμε ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι ελάχιστα σε σχέση με τις δυνατότητές του.

Οι πυκνωτές C1 και C2 χρησιμοποιούνται για την εξομάλυνση των τάσεων μετά από τους ανορθωτές γέφυρας. Η μεγαλύτερη από τις δύο τάσεις μέσω R1 φθάνει στην είσοδο του IC1 (78GU). Αυτός ο σταθεροποιητής είναι και η καρδιά του τροφοδοτικού. Κανονικά ο ακροδέκτης του "common" πρέπει να γειώνεται οπότε η ελάχιστη τάση θα ήταν + 5V. Επειδή όμως εμείς θέλουμε το κάτω όριο της τάσεως να είναι πραγματικά μηδέν συνδέσαμε τον ακροδέκτη στα − 5V. Την αρνητική τάση την παίρνουμε από έναν δεύτερο σταθεροποιητή IC2 και τη ρυθμίζουμε με το ποτενσιόμετρο P3.

Στην είσοδο του IC1 έχουν συνδεθεί παράλληλα τα τρανζίστορ T1 και T2 σαν ακολουθητές εκπομπού δίνοντάς μας το απαιτούμενο ρεύμα των 2A. Η τάση εξόδου ρυθμίζεται με τα ποτενσιόμετρα P1 και P2 (μικρομετρικά) από τα 0 έως τα 20V.

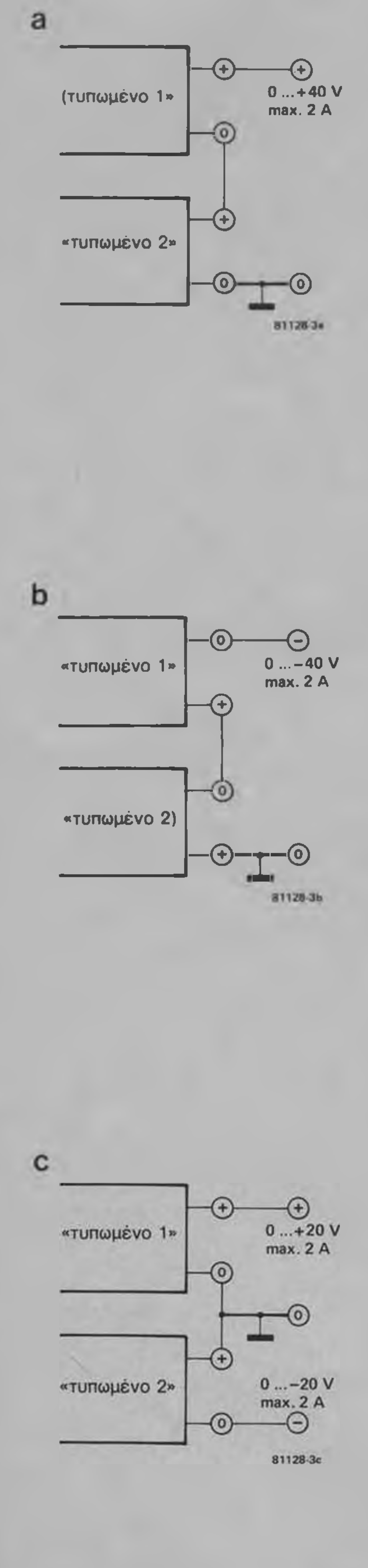
Τα T3 και T4 λειτουργούν σαν ηλεκτρονικές ασφάλειες. Όταν το ρεύμα εξόδου περάσει τα 2A τότε η πτώση τάσεως πάνω στις R3 και R4 γίνεται αρκετά μεγάλη οπότε αρχίζουν να άγουν τα T3 και T4. Σαν συνέπεια αυτού δεν άγουν τα T1 και T2. Το IC1 είναι τώρα υποχρεωμένο να τροφοδοτήσει αυτό απ' ευθείας το φορτίο. Αυτό όμως σημαίνει ότι θα φθάσει το μέγιστο επιτρεπτό ρεύμα του 1A

2



Σχήμα 2. Συνδεσμολογία μετασχηματιστών και ανορθωτικών για το διπλό τροφοδοτικό.

3



οπότε θα βραχυκυκλώσει. Την προστασία του IC1 την αναλαμβάνει η R1 η οποία σε κανονικές συνθήκες λειτουργείας αφήνει να περνά το ρεύμα που χρειάζεται για τις βάσεις των T1 και T2. Όταν όμως έχουμε βραχυκύκλωμα τότε δημιουργείται μιά τέτοια πτώση τάσεως πάνω σε αυτή ώστε το ρεύμα εξόδου του IC1 περιορίζεται στα 250 mA. Με την R1 αποφεύγεται και η λειτουργία της θερμικής ασφάλειας του IC1 που θα είχε σαν αποτέλεσμα να έχουμε έξοδο σε μορφή παλμών. Το T5 μαζί με τις R7, R8, P4 και D8 χρησιμοποιείται για να αποφευχθούν οι υπερτάσεις μετά το κλείσιμο του τροφοδοτικού, επειδή η τάση του C2 ελαττώνεται γρηγορότερα από την τάση του C1. Εάν υπάρξει υπέρταση τότε άγει το T5 και βραχυκυκλώνει την έξοδο του IC1.

Οι πυκνωτές C6 και C7 χρησιμοποιούνται για να αποσβέσουν τις ραδιοσυχνότητες και για καλύτερη συμπεριφορά σε απότομες εναλλαγές. Για αυτό το λόγο αυτοί οι πυκνωτές δεν ευρίσκονται πάνω στο τυπωμένο αλλά πρέπει να τοποθετηθούν απευθείας πάνω στο βύσμα εξόδου.

Οι D6 και D7 είναι δίοδοι ασφάλειας. Η D6 λειτουργεί όταν για κάποιο λόγο υπάρξει ανάστροφο ρεύμα. Η D7 προστατεύει το κύκλωμα στην περίπτωση που γίνει ανάστροφη πόλωση.

Η δίοδος φωτοεκπομπής (LED) D5 δείχνει πότε λειτουργεί το τροφοδοτικό.

Η δύο δυνατότητες

Υπάρχουν δύο δυνατότητες για το τροφοδοτικό. Ή να το κατασκευάσουμε απλό ή να το κατασκευάσουμε διπλό. Η λύση του διπλού έχει την προτίμησή μας γιατί τροφοδοτικά χρειάζονται πάντοτε. Εάν δυσκολευτείτε να βρείτε μετασχηματιστές τότε θα καταφύγετε στη λύση του απλού.

Το διπλό τροφοδοτικό 2X0... 20V/2A. Εάν θέλουμε να έχουμε δύο ανεξάρτητες ρυθμιζόμενες τάσεις τότε το ανορθωτικό θα πρέπει να γίνει όπως στο σχήμα 2. Ο μετασχηματιστής Tr1 είναι για την κυρίως τροφοδοσία και ο Tr2 για το IC2. Είναι κατανοητό ότι για διπλή τροφοδοσία θα χρειασθούμε δύο ίδια τυπωμένα κυλώματα. Οι ακροδέκτες που είναι σημειωμένοι με τόνο είναι για το δεύτερο τυπωμένο. Η γέφυρα που πρέπει να συνδεθεί είναι η Z-Y.

Τις δυνατότητες συνδέσεως των δύο τροφοδοτικών τις δείχνει το σχήμα 3.

Το απλό τροφοδοτικό 0... 20/2A. Για ένα μόνο τροφοδοτικό τα πράγματα είναι πιό απλά. Χρειαζόμαστε μόνο έναν μετασχηματιστή με διπλή περιέλιξη και δε χρησιμοποιούμε τη δεύτερη γέφυρα με τις διόδους D1 έως D4. Η γέφυρα που πρέπει να γίνει πάνω στο τυπωμένο είναι η Z - X.

Συνδέοντας την B1 όπως στο σχήμα 4 έχουμε μιά θετική τάση για το IC1 και μιά αρνητική για το IC2. Οι δύο τάσεις είναι συμμετρικές παρ' όλο που το φορτίο είναι διαφορετικό.

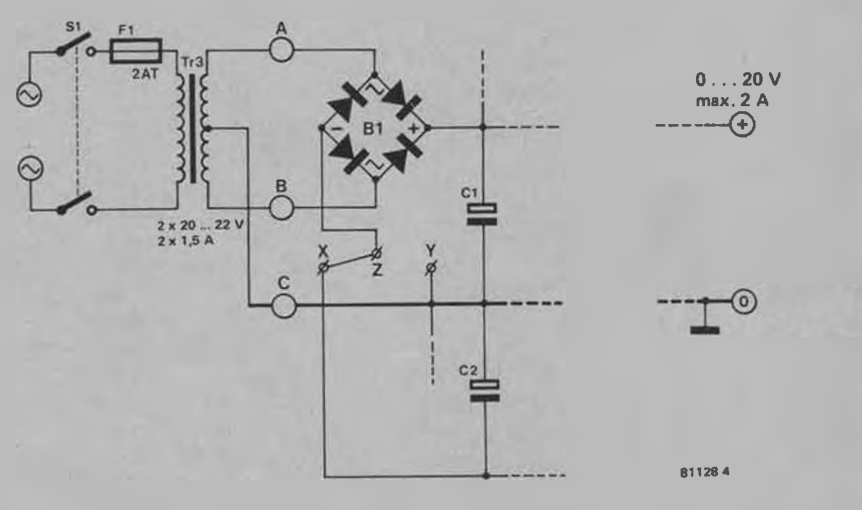
Κατασκευή και ρύθμιση

Το σχήμα 5 δείχνει το τυπωμένο κύκλωμα του τροφοδοτικού. Ο μετασχηματιστής τα τρανζίστορ ισχύος T1 και T2 τα δύο ποτενσιόμετρα και οι πυκνωτές C6 και C7 πρέπει να στερεωθούν ξεχωριστά.

Τα τρανζίστορ ισχύος πρέπει να τοποθετηθούν πάνω σε ψύκτες μαζί με τις μίκες τους. Οι ψύκτες πρέπει να έχουν μιά θερμική αντίσταση 1,7°C/W ή και μικρότερη όπως π.χ. ο ψύκτης SK-03 μήκους 100 χιλ.

Αυτούς τους ψύκτες μπορείτε να τους βρείτε και στο εμπόριο έτοιμους τρυπημένους για θήκες 2X TO3. Οι συρματώσεις πρέπει να είναι όσο το δυνατό

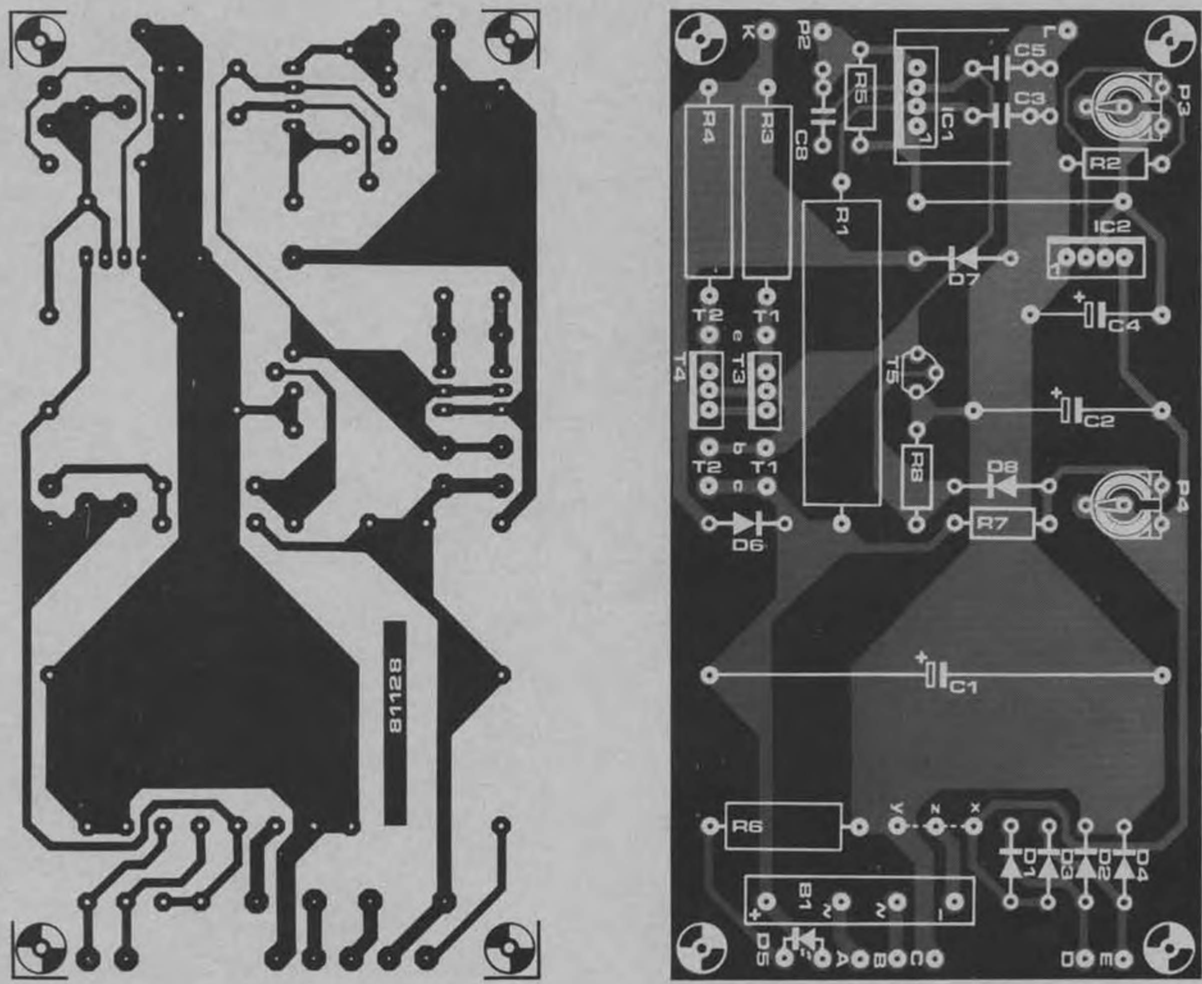
4



Σχήμα 3. Οι δυνατές συνδεσμολογίες του διπλού τροφοδοτικού.

Σχήμα 4. Για ένα απλό τροφοδοτικό χρειάζεται μόνο ένας μετασχηματιστής.

5



Σχήμα 5: Το τυπωμένο κύκλωμα του τροφοδοτικού.

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:
R1 = 100 Ω/9 W
R2 = 2k2
R3, R4 = 0,68 Ω/1W
R5 = 2k7
R6 = 2k2/1W
R7 = 8k2
R8 = 100 k

Ημιαγωγοί:
IC1 = 78 GU
IC2 = 79 GU
T1, T2 = 2N3055
T3,T4 = BD139
T5 = BC517
D1 ... D4, D6 = 1N4001
D5 = LED
D7 = IN5401
D8 = IN4148

Πυκνωτές:
C1 = 4700 μ/40V
C2 = 100μ/40V
C3 = 330 n
C4 = 10μ/10V
C5, C6 = 100 n
C7 = 22μ/35 V
C8 = 10 n

Διάφορα:
P1 = ποτενσιόμετρο 10 kΩ γραμμ.
P2 = ποτενσιόμετρο 1 kΩ γραμμ.
P3 = ποτενσ. ρυθμίσεως 5 kΩ
P4 = ποτενσ. ρυθμίσεως 10 kΩ
S1 = διπολικός διακόπτης δικτύου
F1 = Ασφάλεια 2A
B1 = B40 C2200/3200
Tr1 = μετασχηματιστής 2x20 ... 22 V/2x3A
Tr2 = μετασχηματιστής 2x12/2x50mA
Tr3 = μετασχηματιστής 2x20 ... 22V/2x1,5A

μικρες. Οι συλλέκτες και οι βάσεις των T1 και T2 πρέπει να κοληθούν ξεχωριστά πάνω στο τυπωμένο.

Το IC1 χρειάζεται και αυτό έναν μικρό ψύκτη.

Το σασί δεν πρέπει να συνδεθεί σε καμιά περίπτωση με το «0» του κυκλώματος. Το σασί μπορεί να συνδεθεί μόνο με την γή του ηλεκτρικού δικτύου.

Η ρύθμιση γίνεται με τη βοήθεια ενός καλού πολυμέτρου ως εξής.

- Γυρίζουμε τα P3 και P4 τελείως δεξιά («0»Ω).
- Κλείνουμε το διακόπτη S1 και γυρίζουμε τα P1 και P2 στην ελάχιστη αντίσταση. Ρυθμίζουμε το P4 έτσι ώστε η τάση πάνω στην D8 να είναι περίπου 0V.
- Με το P1 και P2 ρυθμίζουμε την τάση εξόδου μεταξύ 0 και 20V.

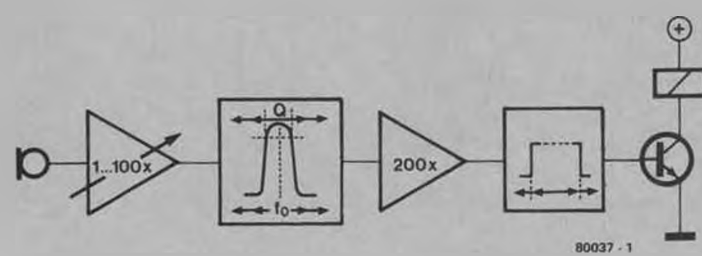
Διακόπτης από την ομιλία ενεργοποιούμενος

λειτουργεί με οποιαδήποτε λέξη.

Οι ραδιοτηλεφωνητές και οι ερασιτέχνες χρησιμοποιούν συνήθως έναν διακόπτη για να κάνουν μεταγωγή από εκπομπή σε λήψη. Η μεταγωγή αυτή είναι δυνατόν να γίνει και αυτόματα με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού συστήματος που ενεργοποιείται από την ομιλία. Τέτοιοι διακόπτες χρησιμοποιούνται και σε άλλες εφαρμογές.

Οι διακόπτες που ενεργοποιούνται από την ομιλία (γνωστοί με το όνομα VOX, μιά παραλλαγή για το Voice Operated Control Switch) έχουν το μειονέκτημα ότι ενεργοποιούνται συνήθως με τον παραμικρό θόρυβο που θα ακουστεί στο δωμάτιο. Έτσι γίνεται αθέλητα μεταγωγή από λήψη σε εκπομπή με αποτέλεσμα να μην γίνεται τίποτα κατανοητό. Οι καλοί όμως διακόπτες VOX είναι πολύ χρήσιμοι για ένα πλήθος εφαρμογών στους δε ραδιοτηλεφωνητές και ερασιτέχνες τους ελευθερώνουν στην πραγματικότητα και τα δύο χέρια έτσι ώστε να μπορούν συγχρόνως να γράφουν να κάνουν μετρήσεις ή ότι άλλο χρειαστεί εκείνη τη στιγμή. Για αυτούς τους λόγους κατασκευάσαμε ένα VOX που λειτουργεί μόνο όταν ακούει εμάς και όχι όταν ακούει όλους τους θορύβους, όπως το τράβηγμα ενός τραπεζιού ή μιάς καρέκλας.

1



Σχήμα 1. Το σχηματικό διάγραμμα του διακόπτη. Η συχνότητα και το Q του φίλτρου διελεύσεως ζώνης είναι δυνατόν να ρυθμιστουν έτσι ώστε να έχουμε την ζώνη που μάς ενδιαφέρει ακριβώς.

Το σχηματικό διάγραμμα

Το σχήμα 1 δείχνει το γενικό διάγραμμα της κατασκευής. Στην αρχή υπάρχει ένα μικρόφωνο για τη λήψη τών ηχών μετά ακολουθεί ένας ενισχυτής τού οποίου μπορούμε να μεταβάλουμε την ενίσχυση από 1 έως 100.

Μετά τον ενισχυτή έχουμε ένα φίλτρο διελεύσεως ζώνης. Σε αυτό το φίλτρο έχουμε τη δυνατότητα να αλλάξουμε και την κεντρική συχνότητα και την ποιότητα Q. Το φίλτρο αυτό τοποθετείται στο σύστημα για να διαχωρίζει τις συχνότητες ομιλίας από τις συχνότητες άλλων θορύβων. Οι συχνότητες που είναι έξω από τη μικρή ζώνη του φωνητικού φάσματος αποκόπτονται ενώ οι άλλες περνούν μέσα από αυτό και στη συνέχεια κλείνουν τον διακόπτη. Το σήμα που θα βγει από το φίλτρο ενισχύεται 200 φορές. Αυτός ο μεγάλος βαθμός ενισχύσεως έχει σαν συνέπεια να ψαλιδίζεται το σήμα και να γίνεται σχεδόν ένας τετραγωνικός παλμός. Αυτός ο παλμός διεγείρει έναν μονοσταθή πολυδονητή. Η έξοδος τού πολυδονητή όταν αυτός διεγερθεί μας δίνει τάση η οποία και μετά την εξαφάνιση τού σήματος εισόδου παραμένει για ένα χρονικό διάστημα που μπορεί να ρυθμιστεί από 0,5 έως 2,5 λεπτά.

Ο μονοσταθής είναι επαναδιεγειρόμενος δηλαδή η έξοδος του μάς δίνει τάση εφ' όσον υπάρχει σήμα στην είσοδο και ας είχε προηγουμένως ξανά διεγερθεί. Η έξοδος του θα μας δώσει τη στάθμη L (ή γη) όταν περάσει ο χρόνος στον οποίο τον έχουμε ρυθμίσει. Μετά από τον μονο-

σταθη το σήμα εισέρχεται σε έναν ενισχυτή (τρανζίστορ) που τραβά έναν ηλεκτρονόμο.

Το κυκλωματικό διάγραμμα

Το σχήμα 3 δείχνει το κυκλωματικό διάγραμμα του συστήματος. Η αντίσταση εισόδου καθορίζεται από την R2. Επειδή η R2 έχει μεγάλη ομική αντίσταση το μικρόφωνο δεν παίρνει μεγάλο φορτίο και επομένως μπορεί να συνδεθεί παράλληλα στον ενισχυτή A1. Η ενίσχυση του A1 ορίζεται από τη σχέση P1/R1+1. Οπως βλέπουμε αυτή δεν είναι δυνατόν να γίνει μικρότερη του 1 (P βραχυκυκλωμένο) και μεγαλύτερη του 101 (P=1MΩ). Η ενίσχυση δεν πρέπει να είναι μεγάλη επειδή ταυτόχρονα μεγαλώνει και η ευαισθησία, οπότε θα έχουμε διέγερση του συστήματος από όλους τους ήχους που δημιουργούνται μέσα στο δωμάτιο.

Το κύκλωμα L1 / C11 χρησιμοποιείται για να στραγκαλίζει τις ραδιοσυχνότητες πριν αυτές φθάσουν στην είσοδο του A1 και τόν οδηγήσουν στον ψαλιδισμό. Επειδή η ενίσχυση του A1 κυμαίνεται σε μεγάλα όρια έχουμε μεγάλες δυνατότητες επιλογής μικροφώνου, π.χ. και ένα δυναμικό μικρόφωνο θα μας εξυπηρετούσε.

Οι τελεστικοί ενισχυτές A2 έως A4 μαζί με τις αντιστάσεις και τους πυκνωτές που έχουν συνδεθεί γύρω απ' αυτούς δημιουργούν ένα φίλτρο διελεύσεως ζώνης του οποίου την κεντρική συχνότητα είναι δυνατόν να μετατοπίσουμε προς τα πάνω ή προς τα κάτω με τα ποτενσιόμετρα P3a και P3b. Το Q μεταβάλλεται από 1 έως 50 με τα P2a/P2b έτσι μπορούμε να δώσουμε μεγάλο ή μικρό εύρος στη ζώνη διελεύσεως. Με αυτό τον τρόπο έχουμε μεγάλες δυνατότητες επιλογής συχνοτήτων για τη διέγερση του διακόπτη.

Την έξοδο του φίλτρου την παίρνουμε από τον ακροδέκτη (ποδαράκι) 8 του ολοκληρωμένου IC1. Το φιλτραρισμένο σήμα από την έξοδο μέσω του C5 και της ενισχυτικής βαθμίδας γύρω από το T1 φθάνει στην είσοδο του 4528 ηέξοδος του οποίου οδηγεί το T2 και αυτό με τη σειρά του διεγείρει τον ηλεκτρονόμο Re. Ο χρόνος του μονοσταθή πολυδονητή IC2 (4528) καθορίζεται από τα P4, R20 και C7 και κυμαίνεται από 0,5 έως 2,5 δευτερόλεπτα. Υπάρχουν βέβαια δυνατότητες να αλλάξουμε το χρόνο αλλάζοντας τα P4 και C7 έτσι ώστε οι χρόνοι τού πολυδονητή να κυμαίνονται σε άλλα όρια.

Η τροφοδοσία γίνεται από ένα σταθεροποιητή τάσεως 12V, 0,5A.

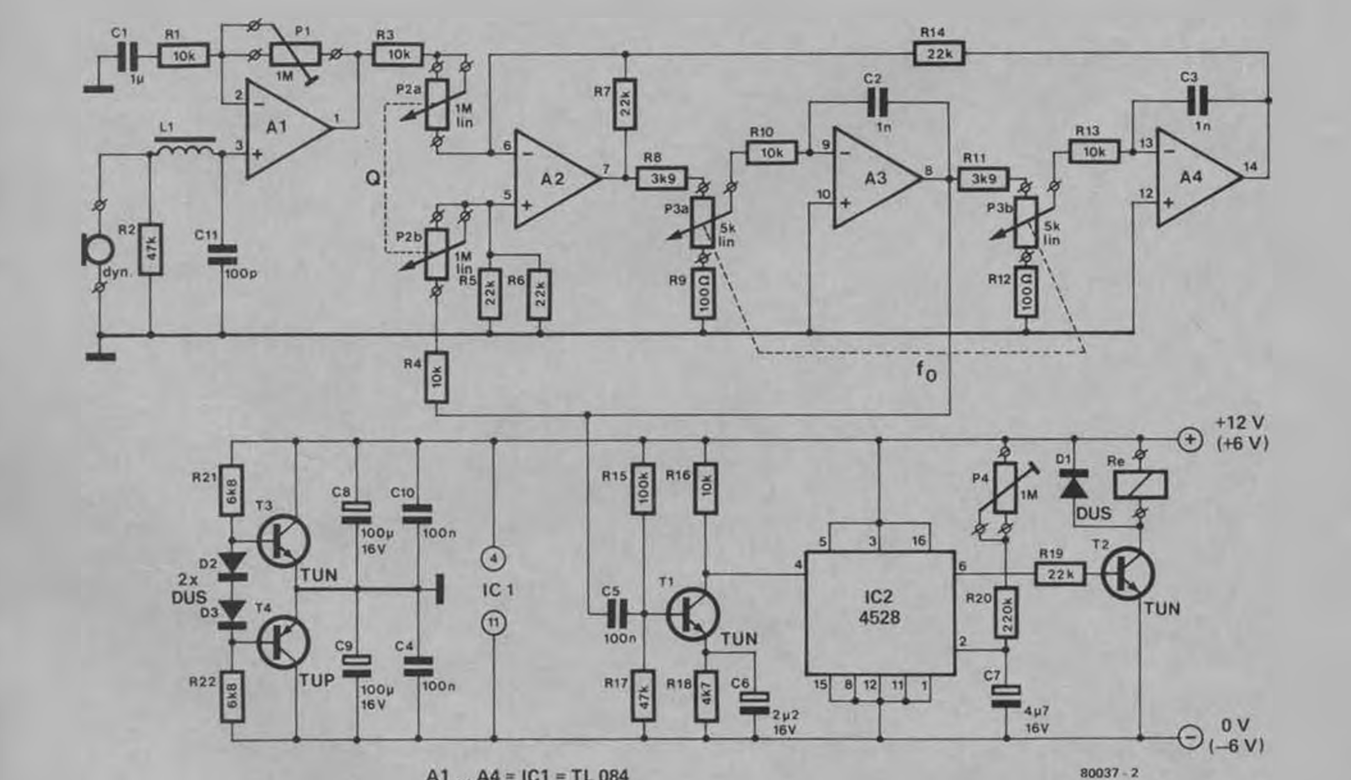
Για να τροφοδοτήσουμε τους τελεστικούς ενισχυτές χρειαζόμαστε μιά συμμετρική τροφοδοσία 2X6V. Αυτή τη δημιουργούμε με τα στοιχεία R21, R22, D2, D3, T3 και T4. Η γη που είναι σχεδιασμένη στο σχήμα είναι τεχνιτή. Οι πυκνωτές C4, C8, C9, C10 και C11 χρειάζονται έστω και εάν δεν χρησιμοποιήσετε την τεχνιτή τροφοδοσία αλλά τροφοδοτίσετε από συμμετρικό τροφοδοτικό, οπότε τότε μόνο η τεχνιτή γη συνδέεται με τον γειόμενο πόλο του τροφοδοτικού.

Κατασκευή

Για την κατασκευή υπάρχει το τυπωμένο αρθ. 80138. Προσοχή χρειάζεται στα καλώδια του μικροφώνου που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιό μικρά. Τα ποτενσιόμετρα πρέπει να έχουν μιά καλή γραμμικότητα. Η επιλογή τού T2 θα εξαρτηθεί από το ρεύμα διεγέρσεως τού ηλεκτρονόμου, στην ανάγκη μπορεί να χρησιμοποιήσουμε τα BC141 πάνω σε ψύκτη.

Για να ρυθμίσουμε το Q και την

2



Σχήμα 2. Το πλήρες κυκλωματικό διάγραμμα. Για την τοποθέτηση των στοιχείων υπάρχει το τυπωμένο αριθ. 80133.

κεντρική συχνότητα θα χρειαστούμε οπωσδήποτε έναν παλμογράφο και μιά γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων.

Με τον παλμογράφο πιάνουμε την έξοδο 8 τού IC1 και τη γεννήτρια τη βάζουμε στην είσοδο αντί του μικροφώνου. Ρυθμίζουμε τη συχνότητα της γεννήτριας στο 1KHz και γυρίζουμε τα P3 έτσι ώστε το σήμα τού 1KHz να βγαίνει στην έξοδο 8 με το μεγαλύτερο δυνατό πλάτος. Στη συνέχεια αλλάζουμε τη συχνότητα της γεννήτριας μιά φορά προς τα πάνω και μέχρι του σημείου όπου το σήμα εξόδου γίνεται μικρότερο κατά 3dB ή κατά 0,7 φορές, και μιά φορά προς τα κάτω μέχρι να φθάσουμε πάλι στα 3dB. Εαν διαιρέσουμε την διαφορά των δύο αυτών συχνοτήτων με το 1KHz έχουμε το Q.

Με μερικές μετρήσεις για διαφορετικές θέσεις των P2 και P3 έχουμε την δυνατότητα να κατασκευάσουμε μιά κλίμακα πάνω στα ποτενσιόμετρα που θα μάς δίνουν το Q και την κεντρική συχνότητα.

Ο κατάλογος των υλικών δίνει μιά πιό βελτιωμένη κατασκευή από ότι εμφανίζεται στο κυκλωματικό διάγραμμα.

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:
R1, R3, R4, R10, R13, R16 = 10 k
R2, R17 = 47 k
R5, R6, R7, R14, R19 = 22 k
R8, R11 = 3 k9
R9, R12 = 1 k 2
R15 = 100 k
R18 = 4 k 7
R20 = 220 k
R21, R22 = 6 k8

Πυκνωτές:
C1 = 1μ (MKM)
C2, C3 = 22 n
C4, C5, C10 = 100 n
C6 = 2μ2 (16V)

C7 = 4μ7 (16V)
C8, C9 = 220μ/16V
C11 = 100 p
C12 = 27 n

Ημιαγωγοί:
T1, T2, T3 = TUN
T4 = TUP
D1, D2, D3 = DUS
IC1 = TL084
IC2 = 4528

Διάφορα:
P1, P4 = 1 k ρυθμιζόμενα
P2 = 1M γραμμικό
P3 = 10 k λογαριθμικό
L1 = σύρμα εμαγιέ 0,1 έως 0,25 5 περιελίξεις πάνω σε σιδηρομαγνήτη 5 περιελίξεις

Τυπωμένο:
αριθμ. 80 138

Στο τεύχος του Οκτωμβρίου

70cm Transverter

Για όσους ενδιαφέρονται για υψηλές συχνότητες ένα πολύ ενδιαφέρον άρθρο. Για όσους ενδιαφέρονται για επικοινωνία μέσω του δορυφόρου OSKAR 8 και έχουν πομποδέκτες στα 2m είναι κάτι που θα τους ενθουσιάσει.

Μετρητής Geiger - Müller

Μιά κατασκευή που θα τραβήξει το ενδιαφέρον όλων.

Νέοι μέθοδοι ελατώσεως θορύβου

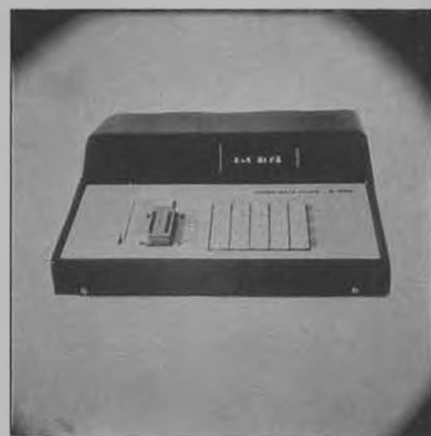
Το άρθρο αυτό ασχολείται διεξοδικά με τις νέες μεθόδους CX και DNR για όλους που ασχολούνται με τον ήχο.
Και άλλα 8 περίπου ακόμα θέματα με τη γνωστή ποιότητα του Ελέκτορ.

αγορά

Προγραμματιστής EPROM

Ο προγραμματιστής NSP-2 που προσφέρεται από την αντιπροσωπεία της National Semiconductor στην Ελλάδα προγραμματίζει 12 τύπους EPROM από 1 έως 8K.

Εχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με κασετόφωνο και να μεταφερθεί το περιεχόμενο της EPROM σε κασέτα για να φυλαχθεί. Επίσης μπορεί να συνδεθεί με άλλον υπολογιστή ή με εκτυπωτή.



Ο NSP-2 μπορεί να εξωμοιώσει όλες τις ιδιότητες της μνήμης ROM. Δέχεται επίσης παρελκόμενα (Modules) για προγραμματισμό Bipolar PROMS.

National Semiconductor
Πλ. Κολωνακίου 18
Αθήνα